

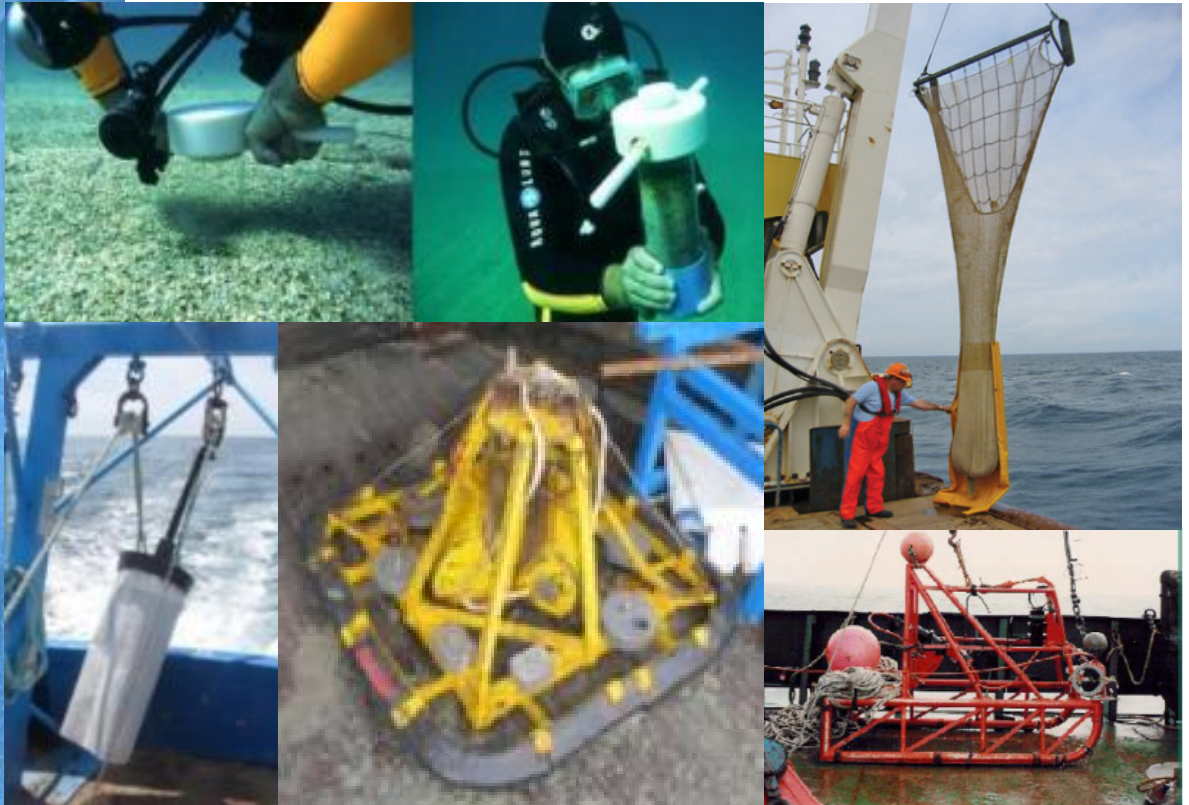


MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Direction de la Recherche, de l'Expertise et de la Valorisation
Direction Déléguée au Développement Durable, à la Conservation de la Nature et à l'Expertise

Service du Patrimoine Naturel

Anthony Doré, Arnaud Horellou, Katia Herard, Julien Touroult



ZNIEFF MARINES

Pratiques et mise en œuvre sur les substrats meubles



Le Service du Patrimoine Naturel (SPN)

Inventorier - Gérer - Analyser - Diffuser

Au sein de la direction de la recherche, de l'expertise et de la valorisation (DIREV), le Service du Patrimoine Naturel développe la mission d'expertise confiée au Muséum national d'Histoire naturelle pour la connaissance et la conservation de la nature. Il a vocation à couvrir l'ensemble de la thématique biodiversité (faune/flore/habitat) et géodiversité au niveau français (terrestre, marine, métropolitaine et ultra-marine). Il est chargé de la mutualisation et de l'optimisation de la collecte, de la synthèse et la diffusion d'informations sur le patrimoine naturel.

Placé à l'interface entre la recherche scientifique et les décideurs, il travaille de façon partenariale avec l'ensemble des acteurs de la biodiversité afin de pouvoir répondre à sa mission de coordination scientifique de l'Inventaire national du Patrimoine naturel (code de l'environnement : L411-5).

Un objectif : contribuer à la conservation de la Nature en mettant les meilleures connaissances à disposition et en développant l'expertise.

En savoir plus : <http://www.mnhn.fr/spn/>

Directeur : Jean-Philippe SIBLET

Adjoint au directeur en charge des programmes de connaissance : Laurent PONCET

Adjoint au directeur en charge des programmes de conservation : Julien TOUROULT



Porté par le SPN, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du SINP et de l'Observatoire National de la Biodiversité.

Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de mutualiser au niveau national ce qui était jusqu'à présent éparpillé à la fois en métropole comme en outre-mer et aussi bien pour la partie terrestre que pour la partie marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance, l'expertise et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : <http://inpn.mnhn.fr>

Programme/Projet : ZNIEFF

Subvention MEDDE

Chef de projet : Arnaud Horellou

Chargé de mission : Anthony Doré

Experts mobilisés pour :

Relecture : Gérard Bellan, Denise Bellan-Santini, Patrick Frouin, Jocelyne Martin, Sandrine Ruitton

Remerciements : à l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP) pour la transmission d'informations utiles à la production de ce document.

Référence du rapport conseillée :

Doré A., Horellou A., Herard K., Touroult J., 2015. ZNIEFF MARINES - Pratiques et mise en œuvre sur les substrats meubles. Rapport SPN 2015 – 9. MNHN, Paris, 55 p.

1^{ère} de couverture, crédits photos : ©www-iuem.univ-brest.fr, ©Rees, 2009, ©Doré, 2012, ©Boyd, 2002.

4^{ème} de couverture, crédits photos : ©Doré, 2012.

Sommaire

Introduction.....	6
1 – Les substrats meubles	7
2 – L’inventaire des ZNIEFF : aide à la mise en œuvre	8
2.1 – Choix des objectifs de l’analyse.....	11
2.1.1 – Choix des intérêts ZNIEFF Marines à analyser.....	11
2.1.2 – Choix des secteurs à analyser.....	13
2.2 – Bilan des connaissances mobilisables	14
2.2.1 – Nécessité et validité des données élémentaires/d’occurrence	15
2.2.2 – Diagnostic de suffisance	18
3 – Nouvelles acquisitions de connaissances	22
3.1 – Méthodes de collecte pour les substrats meubles.....	23
3.1.1 – Carottier : Le carottier à main	23
3.1.2 – L’aspirateur à air comprimé	24
3.1.3 – Dragues.....	25
3.1.4 – Chalut : Le chalut à perche	27
3.1.5 – Bennes	28
3.1.6 – Vidéo.....	31
3.1.7 – Analyse comparée des méthodes de collecte	34
3.2 – Choix des protocoles pour les ZNIEFF Marines	37
3.2.1 – Choix de la stratégie d’échantillonnage	37
3.2.2 – Choix de l’effort d’échantillonnage	37
3.2.3 – Choix de la période d’échantillonnage	39
3.2.4 – Choix des méthodes de collecte	40
3.2.5 – Choix du traitement des données	40
3.3 – Exemples de protocoles d’échantillonnage.....	43
3.3.1 – Milieux intertidaux et supralittoraux meubles.....	43
3.3.2 – Milieux subtidaux meubles.....	45
Bibliographie	48
Annexe I : Estimation de la richesse spécifique	53

Introduction

Le guide méthodologique national pour le volet marin (Simian et *al.*, 2009) pose le **cadre général** de l'inventaire des ZNIEFF Marines. Il définit les concepts clés, explicite le rôle des différents acteurs du programme et liste les données nécessaires à l'inscription d'une zone à l'inventaire. Il est toutefois apparu pour les acteurs en charge de l'identification des zonages en mer, que des **précisions étaient nécessaires**, quant à l'application de la méthodologie en milieu marin pour expliciter les enjeux écologiques permettant de définir les zones remarquables pour l'inventaire ZNIEFF.

Le déploiement de l'inventaire en milieu marin pose notamment des **questions** sur l'organisation à adopter pour répondre aux objectifs du programme, sur le type de données nécessaires aux analyses, ou encore sur le niveau de connaissance nécessaire à l'identification des enjeux patrimoniaux. De plus, l'acquisition de nouvelles connaissances et la définition de protocoles pertinents peuvent s'avérer nécessaire lorsque les données disponibles sont trop fragmentaires pour identifier les intérêts présents sur les secteurs étudiés.

Par ailleurs, le Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) qui est actuellement mis en place, notamment avec des plate-formes régionales, a pour objectif d'être la structure de collecte et de bancarisation des données **d'occurrence** sur les espèces et les habitats, de les standardiser et de les mutualiser. Les SINP régionaux seront donc un outil fondamental pour mobiliser la connaissance et mettre en œuvre les programmes de synthèse et/ou de conservation de la nature, et les politiques qui en découleront. L'inventaire des ZNIEFF Marines est l'un de ces programmes, il sera donc à l'avenir non seulement l'un des utilisateurs privilégiés de cette connaissance, mais également un moteur potentiel de production de données d'occurrence pour les SINP.

Dans ce contexte de questionnements des acteurs et de nouvelle organisation des données, le Ministère en charge de l'écologie a sollicité le MNHN pour réaliser **deux dossiers scientifiques et techniques** spécifiques, un pour les milieux benthiques des substrats meubles et un pour les milieux benthiques des substrats durs (*Tableau 1*). Chacun de ces documents se compose d'une première partie visant à apporter des informations sur la mise en œuvre de l'inventaire en milieu marin (choix du secteur d'étude et des intérêts, mobilisation et suffisance des données...), et d'une seconde partie sur les méthodes et protocoles de collecte utilisables par le programme pour l'acquisition de nouvelles connaissances.

Tableau 1 : Habitats EUNIS de niveau 2 concernés par les dossiers techniques produits.

Habitats EUNIS	Dossier technique substrats meubles	Dossier technique substrats durs
A1 : Littoral rocheux et autres substrats durs		X
A2 - Sédiments littoraux	X	
A3 : Infralittoral rocheux et autres substrats durs		X
A4 : Circalittoral rocheux et autres substrats durs		X
A5 - Sédiments sublittoraux	X	
A6 - Fonds marins profonds	X	X

1 – Les substrats meubles

Les substrats marins meubles sont caractérisés par des sédiments mobiles de taille variable. Ils sont constitués de particules d'origine minérale et/ou organique provenant de la décomposition ou de la fragmentation des organismes vivants. La taille et l'arrangement des particules vont déterminer la taille des interstices qui peuvent être occupés par l'eau (ou l'air en zone intertidale). Le type sédimentaire conditionne la distribution des espèces marines en favorisant ou non leur maintien, leurs déplacements éventuels ainsi que leur alimentation.

Globalement, la taille des particules sédimentaires diminue en allant vers le large. Mais localement, c'est l'hydrodynamisme qui va déterminer la taille des sédiments et les conditions de leur dépôt à un point donné (Dauvin, 1997) : les sédiments grossiers (graviers, sables grossiers) se trouvent au niveau des zones à forte énergie (zone de ressac, courants de fond) et les sédiments les plus fins (sables fins, vase) se trouvent dans les zones abritées ou à hydrodynamisme faible (baies, estuaires, milieux profonds).

Les habitats marins meubles sont habituellement classés selon leur degré d'immersion (total ou partiel) puis selon la taille des particules qui les composent (vases, sables, sédiments grossier et sédiments hétérogènes) (Dauvin, 1997). On les retrouve dans la typologie EUNIS (version 2008, European Topic Centre on Biological Diversity, 2008) sous les codes :

- A2 - *Sédiments littoraux* : ces habitats ne sont pas immergés en permanence ; ils sont situés dans la zone intertidale (supralittoral et médiolittoral en Méditerranée), (Figure 1). Certains habitats supralittoraux, classés en B1 - *Dunes côtières et littoraux sableux* et B2 - *Galets côtiers* peuvent également être présents en inclusion sur l'estran.
- A5 - *Sédiments sublittoraux* : ces habitats des étages infralittoraux et circalittoraux sont immergés en permanence et présents sur le plateau continental, (Figure 1).
- A6 – *Fonds marins profonds* : ces habitats des étages bathyal et abyssal sont immergés en permanence et présents au-delà du plateau continental. Ce sont les milieux bathyaux et abyssaux.



Figure 1 : Exemple d'habitats A2 - *Sédiments littoraux* (1) et A5 - *Sédiments sublittoraux* (2)

Au sein des substrats meubles, il est possible de distinguer des habitats particuliers, (Tableau 2). La mention de leur seule présence suffira en général comme information de base pour leur prise en compte dans l'inventaire des ZNIEFF Marines. Ils pourront cependant faire l'objet d'une prospection dans le but de connaître la diversité qu'ils abritent. Les techniques d'échantillonnage seront choisies, selon les cas, parmi celles habituellement mises en œuvre pour les autres habitats des substrats meubles ou pour les autres habitats des substrats durs, (Tableau 2). C'est pourquoi les habitats particuliers ne seront pas traités de manière spécifique dans ce document.

Tableau 2 : Techniques d'échantillonnage couramment employées pour les habitats particuliers.

Habitats particuliers	Techniques d'échantillonnage des substrats meubles	Techniques d'échantillonnage des substrats durs
Bancs de maërl	X	X
Bancs de Modioles	X	
Banquettes à Lanice	X	
Bancs d'huîtres plates	X	
Herbiers	X	X
Récifs d'Hermelles		X

Les substrats meubles côtiers ont été passablement étudiés depuis une cinquantaine d'années. Mais leur exploration est contrainte par les difficultés liées aux acquisitions de données en mer : un coût élevé de prospection, qui augmente avec l'éloignement de la côte, et des conditions hydro-climatiques qui vont jusqu'à rendre parfois impossible les prélèvements dans des conditions de sécurité acceptables ou tout au moins qui peuvent rendre la qualité des échantillons aléatoires et nuire à leur exploitation effective. De plus, les observations, le plus souvent indirectes, de ces milieux rendent difficiles la compréhension des processus biologiques qui les régissent. Une expertise importante est de surcroît nécessaire pour appréhender la diversité spécifique, qui est variable qualitativement et quantitativement dans ces substrats, ainsi que pour réaliser les identifications taxonomiques qui sont complexes pour la plus part des groupes d'espèces.

Les méthodes de prospection des substrats meubles sont maintenant bien connues. Un certain nombre de protocoles ont été développés ces dernières années pour le suivi de l'évolution de ces milieux, avec comme objectif de déceler toutes modifications, spatiales ou temporelles, du benthos - autres que celles qui sont dues à une variabilité naturelle - et d'attribuer une cause à ces changements (Gray *et al.*, 1992). L'inventaire des ZNIEFF Marines pourra être alimenté par les données issues de ces protocoles de suivis, mais ce ne sera souvent pas suffisant. D'autres données, sur les processus écologiques ainsi que sur la distribution des espèces et des habitats à plus grande échelle, seront nécessaires.

2 – L'inventaire des ZNIEFF : aide à la mise en œuvre

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est un outil de connaissance qui a pour objectif le recensement des espaces les plus représentatifs du patrimoine naturel (marin et continental) sur le territoire national (métropole et outre-mer). Sa mise en œuvre en milieux marins nécessite la mobilisation des connaissances et une analyse experte de ces connaissances afin d'identifier et de spatialiser les intérêts patrimoniaux présents.

La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL en métropole, DEAL en outre-mer) coordonne la mise en œuvre de l'inventaire sur l'ensemble du territoire marin dont elle a la responsabilité. En relation avec le CSRPN, la DREAL/DEAL détermine la stratégie de déploiement de l'inventaire : elle fixe les objectifs (intérêts, secteurs géographiques, milieux, espèces, habitats...) et organise le réseau de collecte et de traitement des données.

L'établissement des listes régionales des éléments déterminants de biodiversité (espèces et habitats) par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel (CSRPN) est un préalable à l'inventaire des ZNIEFF Continentales et Marines. Cette liste regroupe les éléments naturels plus particulièrement

remarquables pour la région qui serviront de base à la justification de l'intérêt patrimonial des zonages proposés.

Les acteurs du programme doivent conserver à l'esprit l'excellence scientifique demandée pour l'identification des zones d'intérêts. Cependant, il convient de rester toujours pragmatique pour atteindre l'objectif de l'inventaire. Il est possible d'alimenter en continu le programme avec les nouvelles connaissances disponibles. Une connaissance partielle de la valeur patrimoniale d'une zone n'empêche pas son inscription à l'inventaire dans un premier temps si l'on a acquis la certitude de son intérêt patrimonial supérieur : le bilan de l'état de prospection renseigné dans le formulaire d'inscription des zones permet une vision synthétique des forces et des faiblesses de la connaissance pour organiser sa consolidation future. Ainsi il convient de considérer les aspects pragmatiques pour la mise en œuvre du programme et d'intégrer l'opérationnalité dans les réflexions préalables au lancement de l'inventaire.

A l'échelle d'une zone, le programme ZNIEFF est à la fois une synthèse des connaissances et une expertise permettant d'affirmer que l'espace identifié est remarquable ou à enjeu pour la biodiversité. Pour une grande partie, la connaissance utilisée existe déjà, mais il est parfois nécessaire ou tout au moins utile de la consolider par de nouvelles données de terrain. Cette connaissance nouvelle, générée sous l'impulsion du programme ZNIEFF, doit être mise à disposition de tous les autres programmes de préservation de la biodiversité (et même au-delà). L'inventaire ZNIEFF s'inscrit dans le Système d'information sur la Nature et les paysages (SINP), dont il exploite les données d'occurrence pour ses synthèses et analyses, autant qu'il est moteur de nouvelles études qui produiront des données d'occurrence (dans, mais aussi, hors des ZNIEFF).

Ainsi, au niveau régional, une succession d'étapes (*Figure 2*) mèneront à l'identification des ZNIEFF Marines :

- **le choix des secteurs/espèces/habitats** prioritaires pour l'analyse : il conviendra de définir le secteur géographique concerné (tout ou partie du territoire marin régional) et les intérêts patrimoniaux (*faunistiques* et/ou *floristiques* et/ou *écologiques*) ciblés par les analyses ;
- **la mobilisation et la synthèse des connaissances disponibles** sur le secteur d'étude ;
- **l'acquisition de nouvelles connaissances (si nécessaire)**, dans les cas où la synthèse montre que les données disponibles sont insuffisantes pour identifier les zones d'intérêts patrimoniaux sur le secteur d'étude. Les protocoles devront être adaptés aux objectifs fixés et aux manques identifiés dans le bilan des connaissances disponibles. Il convient également de prendre en compte les besoins des autres programmes régionaux, nationaux voire internationaux, dans les zones frontalières, notamment de l'U.E. afin de mutualiser les efforts de prospection ;
- **l'analyse des données disponibles** et acquises dans le but de repérer et de caractériser les intérêts patrimoniaux présents dans le secteur d'étude et de délimiter les enveloppes zonales les contenant. Les intérêts patrimoniaux sont identifiés au regard de la liste régionale des éléments déterminants, établie préalablement ;
- **la proposition d'inscription des zones à l'inventaire**, qui passe par la production d'un formulaire de données synthétiques des connaissances disponibles dans chacune des zones proposées, ainsi que par la digitalisation sous un format SIG des enveloppes correspondantes. L'ensemble de ces informations est soumis aux validations régionales (par le CSRPN) et nationale (par le MNHN).

La présente fiche concerne les premières étapes du processus jusqu'au bilan des connaissances. Elle s'attachera également à fournir des informations pour évaluer la suffisance des informations disponibles et pour mobiliser de nouvelles connaissances.

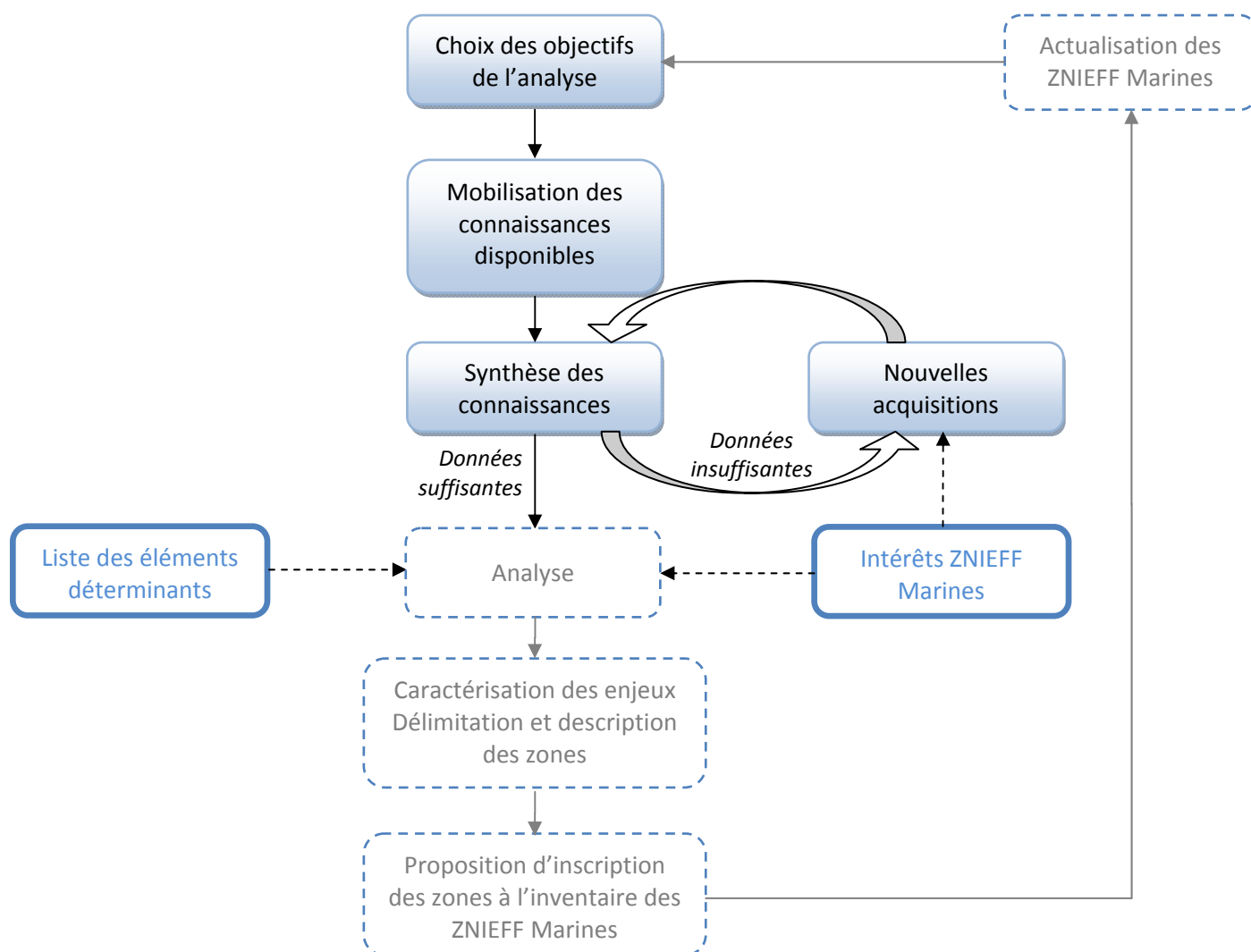


Figure 2 : Schéma synthétique des étapes successives menant à l'identification des ZNIEFF Marines.

2.1 – Choix des objectifs de l'analyse

Face à la recherche d'opérationnalité, nécessaire au lancement du programme, les opérateurs régionaux pourront être amenés à fixer des priorités pour le déploiement de l'inventaire. Les objectifs peuvent varier pour deux paramètres :

- **les intérêts ZNIEFF Marines** : l'analyse peut chercher à caractériser un ou plusieurs intérêts en particulier. Ceux-ci peuvent être des intérêts *faunistiques* et/ou *floristiques* et/ou *écologiques* (Tableau 3) ;
- **le secteur géographique** : l'analyse visant à caractériser les intérêts patrimoniaux peut être déployée sur l'ensemble du territoire marin régional ou seulement sur un ou des secteurs particuliers.

Une réflexion devra être menée avec le CSRPN, au cas par cas, pour définir quels objectifs seront visés par l'analyse ZNIEFF. Différents éléments régionaux pourront être pris en compte pour le choix des intérêts et des secteurs étudiés :

- **les connaissances mobilisables** pour qualifier les intérêts ZNIEFF Marines et/ou celles disponibles sur un secteur donné ;
- **l'expertise mobilisable** pour l'analyse des données rassemblées en vue de la caractérisation des enjeux patrimoniaux ;
- **la stratégie régionale de connaissances** ;
- **les moyens humains et financiers** disponibles ;
- **la mutualisation potentielle avec d'autres programmes.**

De manière pragmatique les deux paramètres seront le plus souvent combinés ; dans un premier temps, certains intérêts seront plus particulièrement recherchés dans un ou plusieurs secteurs géographiques. La prise en compte de l'ensemble des intérêts sur l'ensemble du territoire régional peut venir dans un second temps, au fur et à mesure de la disponibilité de nouvelles connaissances.

Une analyse préalable de la potentialité patrimoniale du territoire régional peut être nécessaire pour définir les objectifs. La recherche de cette potentialité peut faire l'objet d'une étude particulière menée en amont.

La suite de cette partie s'attache à fournir les éléments généraux visant à orienter les opérateurs régionaux dans le choix des objectifs pour la mise en œuvre de l'inventaire.

2.1.1 – Choix des intérêts ZNIEFF Marines à analyser

Le programme reconnaît deux grands types d'intérêts patrimoniaux (Tableau 3 et Guide méthodologique p. 69) qui peuvent justifier la valeur patrimoniale des zones inscrites à l'inventaire :

- les intérêts ***faunistiques et floristiques*** qui indiquent la présence dans la zone d'espèces remarquables, rares ou menacées, appelées espèces « déterminantes » dans le programme. Ces intérêts sont synthétisés au niveau du ou des groupes d'espèces taxonomiques qui correspondent aux espèces déterminantes présentes ;
- les intérêts ***écologiques*** qui indiquent, d'une part la présence dans la zone d'habitats remarquables, rares ou menacés, appelés habitats « déterminants » dans le programme, et d'autre part la présence de processus vitaux, fonctions ou états biologiques pour les espèces.

Tableau 3 : Liste des intérêts patrimoniaux pour le programme ZNIEFF Marines (Guide méthodologique p. 69)

Floristique	Faunistique	Ecologique
Algues	Poissons	Roches et autres substrats intertidaux durs
Phanérogames	Amphibiens	Roches et autres substrats infralittoraux durs
Lichens	Reptiles	Roches et autres substrats circalittoraux durs
	Oiseaux	Colonne d'eau pélagique
	Mammifères	Sédiments littoraux de la zone intertidale
	Ascidies	Sédiments sublittoraux immergés en permanence
	Spongiaires	Fonds marins profonds
	Cnidaires	Connectivité écologique
	Bryozoaires	Zone de forte biodiversité
	Echinodermes	Fonction de forte productivité biologique
	Mollusques	Fonction de passage vers le lieu de ponte (Tortue marines)
	Crustacés	Fonction de réserve biogénétique
	Arthropodes	Fonction de nourricerie
	Annélides	Zone particulière d'alimentation
	Autres Faunes	Zone particulière liée à la reproduction
		Autre fonction écologique (préciser)

2.1.1.1 Les intérêts faunistiques et floristiques

D'un point de vue pragmatique, les intérêts *faunistiques* et *floristiques* seront plus facilement accessibles que les intérêts *écologiques* dans les analyses dès lors qu'il existe des données élémentaires telles que l'occurrence ou l'abondance des espèces. Ils pourront donc être considérés comme prioritaires dans une optique d'opérationnalité.

Dans l'absolu, il conviendrait de prendre en compte l'ensemble de la biodiversité dans les analyses afin d'assurer une meilleure robustesse aux zonages et *in fine* à l'inventaire. Mais dans les faits, cela sera rarement possible et un choix devra être fait sur les groupes taxonomiques visés en priorité sur la zone potentielle considérée. On peut aussi rechercher plus particulièrement les espèces « caractéristiques » de tel ou tel habitat ou « indicatrices » de telle ou telle condition du milieu et apprécier leur abondance.

Toutefois, face à la diversité des situations possibles, aucune préconisation générale ne peut être donnée pour prioriser les groupes taxonomiques à analyser. Celle-ci devra donc se faire au cas par cas en fonction du contexte régional, voir local (connaissance mobilisable, expertise mobilisable,... voir 2.1 choix des objectifs de l'analyse).

Dans les cas où de nouvelles acquisitions de connaissances s'avèreraient nécessaires, il peut être envisageable de ne s'intéresser qu'aux espèces de la liste régionale des espèces déterminantes, et de ne cibler que celle-ci dans les campagnes de terrain. Si cette démarche est tout à fait possible méthodologiquement, elle peut toutefois être considérée comme insuffisante d'un point de vue scientifique.

Par ailleurs, plusieurs études (Vanderklift *et al.*, 1998 ; Ward *et al.*, 1999 ; Gladstone, 2002 ; Olsgard *et al.*, 2003) se sont attachées à tester dans quelle mesure différents groupes d'espèces pourraient être des témoins (indicateurs) de la diversité spécifique d'un secteur ou d'un milieu particulier, avec pour objectif principal d'alléger les acquisitions nécessaires pour les suivis biologiques. Il n'existe actuellement pas de consensus scientifique sur les groupes d'espèces les plus pertinents. Du reste, la

méthodologie nationale de l'inventaire des ZNIEFF Marines préconise l'analyse la plus large possible de la diversité biologique réelle, c'est pourquoi cette démarche sur la potentialité n'est pas envisageable pour le programme.

2.1.1.2 Intérêts écologiques

Il existe deux types d'intérêts *écologiques* : ceux liés à la présence d'habitats déterminants d'une part et ceux liés à la présence de processus écologiques ou d'états particuliers de la biodiversité d'autre part. L'identification des intérêts *écologiques*, lors de l'analyse, va nécessiter une quantité et une précision des données disponibles ainsi qu'un niveau d'expertise à adapter selon les cas (justifiés, soit par des données d'occurrence, par des données d'abondance ou encore par tout autre type de données jugé pertinent).

D'un point de vue opérationnel, selon le contexte régional, le niveau de précision des données mobilisables (quantité, qualification, robustesse,...) pourra orienter le choix des intérêts *écologiques* visés pour l'analyse de chaque secteur. Les intérêts jugés par les experts comme étant plus difficilement identifiables pourront faire l'objet d'une étude complémentaire.

Tout comme pour les espèces, en cas de nouvelles acquisitions, il est envisageable de ne s'intéresser qu'aux habitats déterminants. Là encore, si cette démarche est tout à fait possible méthodologiquement, elle peut toutefois être considérée comme insuffisante sur le plan scientifique.

2.1.2 – Choix des secteurs à analyser

L'inventaire des ZNIEFF Marines touche l'ensemble des eaux sous juridiction française, c'est-à-dire l'ensemble de la Zone Economique Exclusive (ZEE), sans restriction de profondeur. Mais comme pour les intérêts, la simplicité d'exécution du programme va orienter, dans un premier temps, le choix du secteur d'étude. Les CSRPN doivent là encore être intégrés aux réflexions.

Ainsi, le périmètre de l'étude pourra être défini au regard :

- **de la patrimonialité supposée** : les secteurs pré-identifiés par les experts, comme pouvant présenter des enjeux patrimoniaux importants, pourront être étudiés en priorité ;
- **des connaissances mobilisables** : les secteurs, pour lesquels beaucoup de données sont disponibles, pourront être étudiés en priorité. Les analyses nécessitent des données biologiques sur les espèces, les habitats et la fonctionnalité des milieux, mais elles nécessitent aussi des données physiques sur l'hydrodynamisme, la sédimentologie ou encore la température. Pragmatiquement, les secteurs bien connus seront plus faciles à analyser et ne nécessiteront probablement pas de nouvelles acquisitions de connaissances ;
- **de l'accessibilité aux sites** : les secteurs les plus faciles à prospecter pourront être privilégiés. Les secteurs fortement exposés à la houle ou aux courants, dans lesquels il sera difficile de manipuler, pourront être moins prioritaires, surtout dans les secteurs inconnus. Il en va de même pour les secteurs au large ou encore les milieux profonds, qui nécessitent des outils particuliers pour être échantillonnés (gros navires, engins particuliers, etc.), et qui pourront être vus comme moins prioritaires dans un premier temps que les secteurs côtiers par exemple.

Au delà des enjeux scientifiques, le contexte d'aménagement du territoire peut également être pris en compte pour prioriser dans un second temps le choix du secteur d'étude.

2.2 – Bilan des connaissances mobilisables

Les connaissances disponibles sont variables selon les régions et les secteurs d'études, cependant certains organismes ou programmes fournissent des informations à grande échelle qui peuvent s'avérer utiles pour l'identification des ZNIEFF Marines.

On peut citer, pour les données physiques sur les milieux marins :

- le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) : propose des données sur la bathymétrie, la morpho-sédimentologie, la nature des fonds marins (disponible sur certains secteurs) ou encore sur les courants de marée. Il est également le référent national pour la délimitation des espaces maritimes, et fournit dans ce cadre la limite des eaux sous juridiction nationale, sur l'ensemble desquelles se déploie l'inventaire des ZNIEFF Marines ;
- l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) : fournit la base de données vectorielles topographiques (Bd Topo) au sein de laquelle se trouve la couche SIG Tronçon_Laisse qui sert de référence pour la limite terre-mer dans le programme ZNIEFF (en attendant que les réflexions menées actuellement aboutissent à un consensus national sur la limite terre-mer) ;
- PREVIMER : fournit quotidiennement des observations et des prévisions côtières sur les trois façades marines métropolitaines, notamment pour les courants, les vagues, la température et la salinité ;
- EMODnet Seabed Habitats (EUSeaMap) project : vise à produire des cartes d'habitats benthiques (par compilation de données anciennes et nouvelles) pour l'ensemble des fonds marins européens. Ce projet est la suite du programme MESH Atlantic qui a déjà permis de mettre à disposition des cartes d'habitats physiques (EUNIS niveau 3 ou 4) pour la Manche et le golfe de Gascogne ;
- Programme de cartographie de l'espace marin national : qui fournit, sur la base d'une synthèse des données existantes et d'un modèle prédictif, une cartographie des habitats physiques des fonds marins de la quasi totalité des eaux de la métropole. Les travaux sont en cours pour l'outre-mer.

Pour les données biologiques :

- l'INPN : plateforme nationale du SINP, elle permet entre autre de mobiliser les données de synthèse des autres programmes spatiaux (Natura 2000, Parcs marins, réserves, site RAMSAR...) ;
- le SINP : les plateformes thématiques et régionales sont le lieu de bancarisation des DEE (Données Élémentaires d'Echange), donc de données d'occurrence standardisées (habitats et espèces), produites par les inventaires naturalistes ou dans le cadre d'acquisitions complémentaires de programmes spatiaux (Natura 2000, ZNIEFF...). Chaque programme spatial ayant son format et sa précision pour les données de synthèse, il est plus opérationnel d'utiliser directement les données d'occurrence quand elles existent ;
- le RESOMAR : dont la base de données « Benthos » rassemble toutes les données biologiques acquises par les laboratoires et stations marines qui composent le réseau ;
- le programme de cartographie des habitats marins (CARTHAM) : dont l'objectif est d'établir l'état biologique initial des sites Natura 2000 en mer et de définir les périmètres d'étude en vue de projets de parcs naturels marins en métropole. Les cartographies des habitats sont disponibles sur le site web de l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP) et les données biologiques brutes validées sont diffusées sur le site web de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) ;
- EMODnet Seabed Habitats (EUSeaMap) project : vise à produire des cartes d'habitats benthiques (par compilation de données anciennes et nouvelles) pour l'ensemble des fonds marins européens. Ce projet est la suite du programme MESH Atlantic, et fournit notamment des cartes de distribution de certains habitats particuliers (herbiers, maërl, etc.) pour la Manche et le golfe de Gascogne.

2.2.1 – Nécessité et validité des données élémentaires/d’occurrence

L’inventaire des ZNIEFF est un programme scientifique de connaissance de la distribution de la diversité patrimoniale sur le territoire national. Les données, qui l’alimentent, doivent donc répondre à quatre critères :

- **spatialisation** : l’inventaire étant zonal, il nécessite des données sur la distribution des espèces et des habitats afin de délimiter des périmètres contenant les enjeux patrimoniaux ;
- **actualité** : l’inventaire visant les enjeux patrimoniaux actuels, les données élémentaires/d’occurrence doivent être récentes et datées. La borne d’actualité est fixée à 2001 jusqu’en 2025 ;
- **diversité** : l’inventaire visant l’ensemble de la diversité biologique marine, il sera idéalement recherché des données sur un maximum de groupes d’espèces et de milieux. L’objectif sera de mobiliser des données assurant une couverture géographique maximale sur le secteur et une prise en compte du plus grand éventail d’espèces possible ;
- **robustesse** : une précision taxonomique au rang spécifique lors de l’identification des espèces déterminantes et au niveau biocénotique pour les habitats doit être recherchée afin d’assurer la fiabilité et la justesse de l’inventaire. Les éléments « autres » pourront être d’un niveau moins précis.

Toutes données, qu’elles soient qualitatives ou quantitatives, quelles que soient leurs sources, peuvent être intégrées dans l’analyse puisqu’elles seront exploitées à un niveau de synthèse. Il est donc possible d’utiliser des données qualitatives issues d’inventaires ponctuels de connaissances jusqu’à des données très précises acquises dans le cadre d’études scientifiques spécialisées, en passant par des données quantitatives provenant des programmes de suivis pluriannuels de l’évolution des milieux. La qualification des données nécessaires va dépendre des intérêts ZNIEFF Marines visés.

L’actualité des données de synthèse, lors de l’inscription d’une zone à l’inventaire, devra être justifiée pour au moins 30% des éléments déterminants (espèces d’une part et habitats d’autre part). Ainsi, afin de satisfaire à cette règle, il convient qu’une proportion importante des données brutes d’occurrence, disponibles sur les éléments déterminants, soit récente (la borne d’actualité étant fixée à 2001 jusqu’en 2025).

La proportion des données brutes d’occurrence d’espèces et/ou d’habitats nécessaires dans le jeu de données initial ne peut être connue avec précision. L’évaluation du respect de la règle des 30% de données récentes sera réalisée *in fine* au niveau de chacune des zones inscrites à l’inventaire et ne concernera que les éléments déterminants.

Par ailleurs, les SINP régionaux vont constituer une plate-forme incontournable dans la gestion des données sur la connaissance des espèces et des habitats. Dans cette optique, il convient de veiller à ce que les données mobilisées pour l’inventaire des ZNIEFF Marines (existantes ou nouvellement acquises) le soient sous la forme de données d’occurrence compatibles avec les standards édictés par le SINP et qu’elles y soient versées *in fine*, avant d’être synthétisées exploitées aux standards de la méthodologie des ZNIEFF.

A l’issue des analyses sur les données d’occurrence et les informations élémentaires mobilisées, lorsque les enjeux patrimoniaux auront été identifiés et que les périmètres contenant ces enjeux auront été définis, les données utiles à la justification de chaque zone seront synthétisées dans les formulaires accompagnant chacune des propositions de ZNIEFF.

Les données synthétisées dans les formulaires ZNIEFF Marines devront comprendre, pour chacune des mentions d'espèces, à minima les données attributaires suivantes (*Tableau 4*) :

- **un nom d'espèce** : il est fortement conseillé d'associer également au nom d'espèce un nom d'auteur et une date de description afin d'éviter les erreurs taxonomiques. L'idéal est d'attribuer un CD_NOM TAXREF à chaque espèce,
ET
- **une localisation**,
ET
- **une date ou une période d'observation, ainsi que l'identité de son observateur, OU une source bibliographique** (pour les espèces déterminantes la mention de la source sera systématiquement obligatoire).

D'autres informations, telles que le statut biologique, les abondances et le lien « habitat » de chacune des espèces sont également utiles pour affiner les analyses et l'identification des enjeux patrimoniaux. La présence de ces informations dans le jeu de données initial permettra d'affiner les analyses.

Tableau 4 : Renseignement des attributs des données espèces pour les espèces déterminantes et autres (Guide méthodologique p. 49).

Données Espèces	Espèces déterminantes	Espèces autres
Nom	Obligatoire	Obligatoire
Auteur/Date de description	Fortement conseillé	Fortement conseillé
CD NOM TAXREF	Fortement conseillé	Fortement conseillé
Localisation	Obligatoire	Obligatoire
Date d'observation/ Source	Obligatoire	Fortement conseillé
Statut biologique	Fortement conseillé	Fortement conseillé
Abondances	Fortement conseillé	Fortement conseillé
Lien habitat	Fortement conseillé	Fortement conseillé

Chacune des mentions d'habitats devra être associée *a minima* dans le formulaire descriptif des zones à toutes les conditions suivantes (*Tableau 5*) :

- **un code et un libellé d'habitat** : le renseignement doit obligatoirement être fait suivant la typologie EUNIS pour la métropole et suivant la « liste des habitats marins des départements d'outre-mer » (*MNHN/SPN 2011a, b et c*) pour l'outre-mer. Il est vivement conseillé de renseigner également les habitats de métropole suivant la typologie nationale (*Michez et al., 2011 et 2014*),
ET
- **une localisation**,
ET
- **une date ou une période d'observation, ainsi que l'identité de son observateur, OU une source bibliographique** (obligatoire seulement pour les habitats déterminants).

Les surfaces couvertes par chacun des habitats sont également utiles pour affiner les analyses et l'identification des enjeux patrimoniaux.

Les habitats déterminants doivent être décrits jusqu'au niveau biocénotique (*Guide méthodologique p. 25*). Ce paramètre apparaît actuellement à des niveaux différents dans la hiérarchisation selon le substrat considéré : niveau 4 pour les substrats durs et niveau 5 pour les substrats meubles (*Galparsoro et al., 2012 ; Michez et al., 2014*).

Tableau 5 : Renseignement des attributs des données habitats pour les habitats déterminants et autres (Guide méthodologique p. 49).

Données Habitats	Habitats déterminantes	Habitats autres
Libellé	Obligatoire	Obligatoire
CD HAB EUNIS / CD HAB DOM	Obligatoire Métropole : Substrats durs : mini N4 EUNIS Substrats meubles : mini N5 EUNIS	Obligatoire Métropole : mini N3 EUNIS
CD HAB Typo nationale	Fortement conseillé	Fortement conseillé
Localisation	Obligatoire	Obligatoire
Date d'observation	Obligatoire	Fortement conseillé
Source	Obligatoire	Fortement conseillé
Surface	Fortement conseillé	Fortement conseillé

Des données, autres que biologiques, pourront de surcroît être utiles pour les analyses puisqu'elles vont avoir un rôle important dans la structuration des communautés benthiques et pélagiques (voir Tableau 6 et guide méthodologique p. 50-52). Certaines d'entre elles sont utilisées pour la classification des habitats et donc essentielles pour la réalisation d'une cartographie des biocénoses. Ces données physiques peuvent être mentionnées dans les formulaires de données, qui accompagnent les propositions d'inscription des zones à l'inventaire, et sont autant d'éléments contextuels permettant de mieux appréhender les enjeux patrimoniaux de ces zones. Il va s'agir de données sur :

- la **géomorphologie** observable sur le secteur d'étude,
- la **granulométrie** du secteur d'étude,
- l'**hydrologie** (trophisme, salinité, thermocline, exposition et courants) du secteur d'étude,
- l'**hydrodynamisme** le plus caractéristique sur le secteur d'étude.

Enfin, d'autres données contextuelles vont être utiles. Certaines sont à renseigner obligatoirement dans les formulaires de données ZNIEFF Marines (voir Tableau 6 et guide méthodologique p. 50-52). Il va s'agir de données sur :

- les **mesures de protections** et de gestion en vigueur sur le secteur d'étude,
- les **activités humaines** observées sur le secteur d'étude,
- les **facteurs d'évolution**, naturels ou anthropiques, qui vont pouvoir modifier l'équilibre écologique sur le secteur d'étude.

Tableau 6 : Renseignement des données complémentaires pour les zones inscrites à l'inventaire ZNIEFF Marines.

Données Complémentaires	Renseignement
Mesures de protection	Fortement conseillé
Activités humaines	Fortement conseillé
Facteurs d'évolution	Obligatoire
Géomorphologie	Fortement conseillé
Granulométrie	Fortement conseillé
Hydrologie	Fortement conseillé
Hydrodynamisme	Fortement conseillé

Du point de vue méthodologique, une seule mention d'espèce ou d'habitat déterminant est suffisante pour justifier l'inscription d'une ZNIEFF Marine à l'inventaire. Cependant, l'identification des intérêts patrimoniaux sur le secteur analysé sera d'autant plus rigoureuse que les données d'occurrences valides disponibles seront nombreuses et précises.

Le dire d'expert est incontournable tout au long des analyses ZNIEFF, notamment pour l'identification des zones présentant des enjeux patrimoniaux plus importants. Celui-ci peut toutefois être étayé par différents outils d'analyses selon la densité et le type des données disponibles. Globalement, trois niveaux d'expertise peuvent être distingués (Figure 3) :

- le dire d'expert strict,
- le dire d'expert appuyé par des indices de biodiversité,
- le dire d'expert appuyé par des outils d'optimisation spatiale.

Les analyses visant à l'identification des intérêts ZNIEFF ne seront pas traitées dans cette fiche. Seules les étapes préparatoires de validité des données et de diagnostic de suffisance vont être abordées.

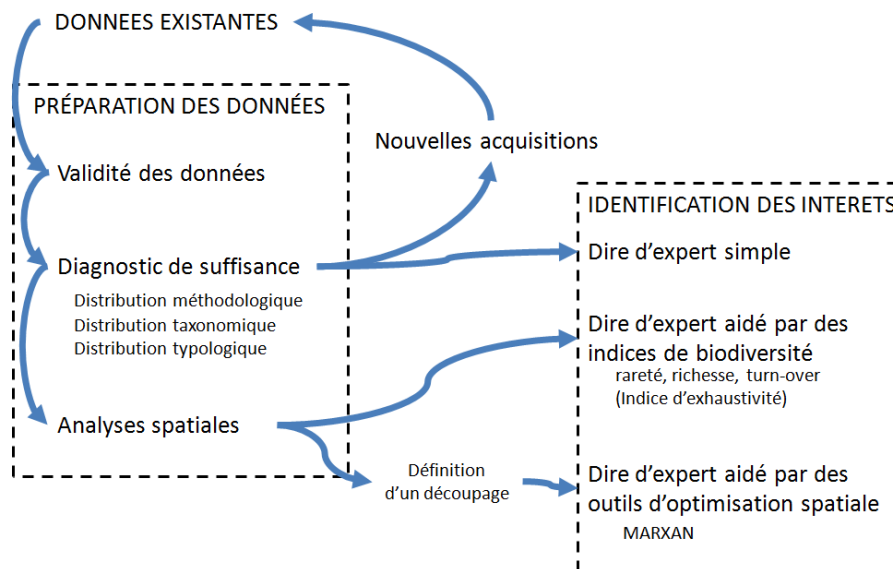


Figure 3 : Etapes préparatoires des données disponibles et les niveaux d'expertise correspondants pour l'identification des intérêts ZNIEFF Marins.

2.2.2 - Diagnostic de suffisance

Le bilan des connaissances existantes passe dans un premier temps par une évaluation qualitative des données disponibles. L'objectif étant d'identifier si le jeu de données permet potentiellement de qualifier les intérêts ZNIEFF visés par l'étude. Plusieurs éléments peuvent être analysés :

- **la distribution méthodologique** qui vise à identifier les méthodes employées pour collecter les données. Chaque méthode fournit des types de données spécifiques qui ne sont pas toujours comparables entre elles. Pour les données des substrats meubles, une synthèse du nombre de stations, du nombre de taxons et du nombre de relevés peut être faite pour les différents engins de prélèvement employés, les différentes tailles de vide de maille des tamis (ou de filets) utilisés et les différents niveaux de qualification des données ;
- **la distribution taxonomique des mentions d'espèces** qui s'intéresse aux espèces connues sur le secteur à analyser. Une synthèse du nombre de taxons et du nombre de relevés disponibles pour différents rangs taxonomiques permet d'avoir une idée des groupes d'espèces les mieux connus et ceux en déficit de connaissances ;
- **la distribution typologique des mentions d'habitats** qui s'intéresse aux habitats mentionnés dans le jeu de données disponible. Une synthèse du nombre de stations échantillonnées et des

surfaces cartographiées pour différents rangs typologiques permet là encore d'identifier les habitats bien connus sur le secteur d'étude et ceux en déficit de connaissances.

Les analyses peuvent être faites sur l'ensemble des données disponibles ainsi que plus spécifiquement sur les espèces et les habitats déterminants afin d'évaluer le degré de connaissance disponible pour ces éléments qui vont par la suite être essentiels pour la justification des zones proposées à l'inscription à l'inventaire. Ce premier niveau d'analyse qualitative doit permettre dans certains cas d'identifier les déficits de connaissances à combler par des recherches complémentaires (terrain, bibliographie). Le diagnostic de suffisance peut être poursuivi avec des analyses quantitatives, qui auront pour objectif d'évaluer si les données disponibles sont représentatives de la biodiversité présente dans les milieux étudiés.

Cette question de la représentativité des données d'occurrence est très délicate. D'un point de vue écologique, la variabilité importante des peuplements en milieu marin rend difficile la préconisation d'un minimum de données nécessaires à l'évaluation de la diversité présente dans un secteur d'étude. De plus, la notion d'échelle d'observation est à prendre en compte car elle influence largement les mesures et les évaluations sur la biodiversité (*Ghertsos, 2000 ; Ellingsen, 2001 ; Foveau, 2009*).

D'un point de vue méthodologique, les intérêts patrimoniaux ne nécessitent pas tous le même niveau de connaissance. Ainsi le diagnostic de représentativité des données est à déterminer en fonction des intérêts visés par les analyses. De plus, certains éléments déterminants présentent un niveau de patrimonialité supérieur aux autres. La disponibilité de quelques données d'occurrence de ces espèces ou habitats ultra-remarquables peut s'avérer suffisante pour l'identification des intérêts patrimoniaux correspondants et la justification de l'inscription des zones à l'inventaire.

La représentativité des données pourra donc être estimée au cas par cas, par la construction de courbes aires-espèces (Gounot, 1969) ou à partir d'estimateurs statistiques de la richesse spécifique réelle (Chao, 1983, 1984 ; Burnham et Overton 1978, 1979 ; Smith et van Belle 1984 ; Heltshe et Forrester 1983 ; Palmer 1991 ; Ugland 2003, 2004).

Néanmoins, quelques exemples d'estimations de la richesse spécifique minimale présente dans différents milieux/habitats marins, calculés grâce à différents estimateurs (Chao1, Chao2, Jackknife1, Jackknife2 et Bootstrap) sont fournis dans les tableaux 7, 8 et 9 (le détail des calculs est fourni dans l'annexe I). Pour chacun des exemples est également donné le nombre d'échantillons nécessaires à collecter pour obtenir une fraction de la diversité minimale calculée. Les exemples fournis concernent la métropole, aucun jeu de donnée n'étant disponible pour l'outre-mer à la date de la production du document.

Ces résultats ne sont fournis qu'à titre informatif pour l'évaluation de l'effort d'échantillonnage nécessaire à la collecte de données sur la diversité des milieux concernés. En effet, outre la fiabilité des jeux de données utilisés, la précision des estimateurs est fortement influencée par le nombre d'individus échantillonnés ainsi que par le nombre, la taille et l'arrangement spatial des échantillons (*Gotelli et Colwell 2011 ; Hortal et al., 2006 ; Foggo et al., 2003*), d'où les disparités, parfois importantes, observées dans les résultats ci-dessous. De plus, l'échelle spatiale à laquelle sont mis en œuvre les estimateurs va également influencer leurs résultats : plus le territoire est grand, plus le nombre d'espèces rares ou peu fréquentes (information essentielle pour les estimations) va augmenter (*Ugland et Gray 2004*). Ainsi ces premiers résultats devront être précisés dans l'avenir à partir de jeux de données plus robustes.

Tableau 7 : Richesse spécifique maximale estimée de plusieurs habitats de la façade Manche-Mer du Nord grâce à différents estimateurs et évaluation du nombre d'échantillons nécessaire pour échantillonner différentes fractions de la diversité maximale de ces habitats. Les résultats d'une étude européenne (Ellingsen, 2001) en Norvège sont fournis à titre d'exemple supplémentaire.

Source/Jeu de données	Milieu/Habitat	Surface de l'habitat (km ²)	Méthode de collecte	Tamis	Nombre échantillons collectés	Effort échantillonnage (échant./100Km ² d'habitat cartographié)	Taille des échantillons	Richesse spécifique mesurée (S)	% de la richesse spécifique minimale (Chao2)	Richesse spécifique minimale estimée					Nombre d'échantillons nécessaires pour échantillonner une fraction de la diversité minimale				
										Chao1	Chao2	Jackknife1	Jackknife2	Bootstrap	50%	60%	70%	80%	90%
Ellingsen, 2001	Sables fins	22 100	Benne Van-Veen	1 mm	80 répliqués (16 stations)	0.3	0,1 m ²	175	74%	-	236 (±24)	-	-	-	-	-	-	-	-
CARTHAM Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord Lot 2 Baie de Seine	A5.13 Infralittoral coarse sediment	72	Benne Day-grab	1 mm	11 stations	15	0,3 m ²	93	48%	147 (±23)	194 (±36)	149 (±17)	188	117	13	17	23	31	45
CARTHAM Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord Lot 2 Baie de Seine Lot 4 Bretagne nord	A5.14 Circalittoral coarse sediment	606	Drague Rallier du Bathy, Benne Day-grab, Benne Smith	1 mm 5 mm	14 stations	2	0,3 m ² , 30 L	245	59%	330 (±31)	415 (±40)	369 (±41)	448	297	11	15	20	28	41
CARTHAM Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord Lot 2 Baie de Seine Lot 4 Bretagne nord	A5.23 Infralittoral fine sand	1714	Drague Rallier du Bathy, Benne Day-grab, Benne Smith	1 mm 5 mm	45 stations	3	0,3 m ² , 30 L	193	53%	247 (±21)	364 (±47)	293 (±31)	365	236	42	60	82	114	169
CARTHAM Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord Lot 2 Baie de Seine Lot 4 Bretagne nord	A5.25 Circalittoral fine sand	693	Drague Rallier du Bathy, Benne Day-grab, Benne Smith	1 mm 5 mm	30 stations	4	0,3 m ² , 30 L	270	64%	309 (±16)	424 (±35)	403 (±30)	481	327	20	28	38	52	76

Tableau 8 : Richesse spécifique maximale estimée de plusieurs habitats du Golfe de Gascogne grâce à différents estimateurs et évaluation du nombre d'échantillons nécessaire pour échantillonner différentes fractions de la diversité maximale de ces habitats.

Source/Jeu de données	Milieu/Habitat	Surface de l'habitat (Km2)	Méthode de collecte	Tamis	Nombre échantillons collectés	Effort échantillonnage (échant./100Km2 d'habitat cartographié)	Taille des échantillons	Richesse spécifique mesurée (S)	% de la richesse spécifique minimale (Chao2)	Richesse spécifique minimale estimée					Nombre d'échantillons nécessaires pour échantillonner une fraction de la diversité minimale				
										Chao1	Chao2	Jackknife1	Jackknife2	Bootstrap	50%	60%	70%	80%	90%
N2000 Roches de Penmarc'h	Vase à Ninoe armoricana	195	Benne Smith	1 mm	27 répliqués (9 stations)	14	0,1 m ²	109	64%	139 (±13)	169 (±23)	156,19 (±9,31)	185	130	16	23	33	47	70
N2000 Roches de Penmarc'h	Vase à Ninoe armoricana	195	Drague Rallier du Bathy	2 mm	32 stations	16	60 L	114	43%	184 (±28)	266 (±58)	176 (±14)	224	139	42	60	82	113	166
N2000 Roches de Penmarc'h	Vase à Ninoe armoricana	195	Benne Smith, Drague Rallier du Bathy	1 mm 2 mm	59 stations	30	0,1 m ² , 60 L	171	63%	226 (±19)	273 (±31)	248 (±15)	297	204	37	54	76	97	160
CARTHAM Lot 5 Bretagne sud	A5.13 Infralittoral coarse sediment	21	Drague Rallier du Bathy, Benne Smith	1 mm 5 mm	8 stations	38	0,3 m ² , 30 L	165	63%	235 (±23)	263 (±26)	253 (±35)	301	204	6	8	10	14	19
CARTHAM Lot 5 Bretagne sud	A5.14 Circalittoral coarse sediment	119	Drague Rallier du Bathy, Benne Smith	1 mm 5 mm	33 stations	28	0,3 m ² , 30 L	254	73%	299 (±15)	348 (±23)	365 (±32)	413	305	16	23	31	42	62
CARTHAM Lot 5 Bretagne sud	A5.23 Infralittoral fine sand	83	Drague Rallier du Bathy, Benne Smith	1 mm 5 mm	35 stations	42	0,3 m ² , 30 L	313	70%	409 (±28)	449 (±30)	453 (±39)	523	376	20	27	35	48	69
CARTHAM Lot 5 Bretagne sud	A5.35 Circalittoral sandy mud	95	Drague Rallier du Bathy, Benne Smith	1 mm 5 mm	22 stations	23	0,3 m ² , 30 L	137	63%	166 (±13)	217 (±25)	207 (±32)	248	168	15	21	28	39	56

Tableau 9 : Richesse spécifique maximale estimée de plusieurs habitats de Méditerranée grâce à différents estimateurs et évaluation du nombre d'échantillons nécessaire pour échantillonner différentes fractions de la diversité maximale de ces habitats.

Source/Jeu de données	Milieu/Habitat	Surface de l'habitat (Km2)	Méthode de collecte	Tamis	Nombre échantillons collectés	Effort échantillonnage (échant./100Km2 d'habitat cartographié)	Taille des échantillons	Richesse spécifique mesurée (S)	% de la richesse spécifique minimale (Chao2)	Richesse spécifique minimale estimée					Nombre d'échantillons nécessaires pour échantillonner une fraction de la diversité minimale				
										Chao1	Chao2	Jackknife1	Jackknife2	Bootstrap	50%	60%	70%	80%	90%
CARTHAM Lot 11 Camargue	A5.46 Mediterranean animal communities of coastal detritic bottoms	21	Benne Day-grab	1 mm	7 stations	33	0,3 m ²	111	85%	124 (±15)	131 (±15)	130 (±6)	151	109	4	6	8	10	15
CARTHAM Lot 11 Camargue	A5.236 Mediterranean communities of well sorted fine sands	233	Benne Day-grab	1 mm	26 stations	11	0,3 m ²	173	76%	199 (±11)	226 (±17)	232 (±10)	261	201	7	12	19	29	45
CARTHAM Lot 9 Côte Vermeille	III.2.2. Biocénose des sables fins bien calibrés (SFBC)	143	Benne Van Veen	1 mm	21 stations	15	0,3 m ²	255	61%	370 (±33)	419 (±43)	361 (±19)	433	301	14	21	30	44	66
CARTHAM Lot 9 Côte Vermeille	III.3.2. Biocénose des sables et graviers sous influence des courants de fond (SGCF)	2	Benne Van Veen	1 mm	11 stations	550	0,3 m ²	85	52%	126 (±18)	164 (±29)	135 (±19)	168	106	11	15	20	27	40

3 – Nouvelles acquisitions de connaissances

Il peut être nécessaire de procéder à de nouvelles acquisitions de connaissances lorsque la synthèse des données disponibles a montré des insuffisances, sur tout ou partie de la biodiversité du secteur d'étude, empêchant ou limitant la caractérisation des enjeux patrimoniaux et l'identification des zones d'intérêts.

Globalement, les nouvelles acquisitions auront toutes pour objectif d'augmenter la densité des données sur le secteur d'étude ou de les confirmer. Selon le type d'intérêt choisi, cela concernera :

- pour les **intérêts faunistiques et floristique** : une augmentation de la quantité de données sur les espèces, en terme d'occurrence ou d'abondances. Pourront être ciblés :
 - des **groupes taxonomiques** particuliers,
 - des **classes de tailles** particulières (méiofaune (0,1 à 1 mm), la macrofaune (>1mm), la grosse macrofaune (>5 cm), etc.),
 - des **milieux de vie** particuliers (faune endogée, faune épigée, etc.).
- pour les **intérêts écologiques liés à la présence d'habitats** déterminants : une augmentation de la densité des données sur les habitats. Pourront être ciblées :
 - une augmentation du **nombre de stations** pour lesquelles la qualification des habitats est disponible. Ceci, par exemple, pour augmenter la précision d'une cartographie existante.
 - une augmentation de la **couverture géographique cartographiée**. Cela passe par l'acquisition de nouvelles données stationnelles physiques et biologiques pour la qualification des habitats et leur extrapolation à partir de données surfaciques (physiques le plus souvent, voir le guide MESH (*Projet MESH 2008*)).
- pour les **intérêts écologiques liés aux processus écologiques** : une augmentation de la densité des **données** qui permettent d'identifier les intérêts concernés.

Les protocoles d'acquisition des nouvelles connaissances devront être élaborés selon :

- le type de données recherché,
- le type de milieux présents, pour lesquels des méthodes de collectes différentes pourront être employées.

Cette troisième partie fournie :

- une description des méthodes de prospection couramment employées pour les substrats meubles,
- des avis sur la pertinence de l'emploi de chacune de ces méthodes pour la collecte de données utiles au programme ZNIEFF volet marin,
- des éléments généraux pour l'élaboration de protocoles d'acquisition de connaissances spécifiques au programme ZNIEFF Marines,
- des exemples de protocoles.

Les données d'occurrences générées par ces nouvelles acquisitions, au-delà de leur seule utilisation dans les synthèses de données de l'inventaire ZNIEFF, devront avoir un format compatible avec le standard d'échange du SINP (DEE, Donnée Élémentaire d'Echange), afin d'y être bancarisées et d'être ainsi mutualisées avec d'autres programmes ou démarches comparables. Cela concerne l'ensemble des données générées par ces nouvelles acquisitions : les données des futures ZNIEFF, mais également les données issues d'espaces qui ne se révéleraient pas suffisamment intéressants pour être inscrits à l'inventaire ZNIEFF, ou même de la périphérie des ZNIEFF.

3.1 – Méthodes de collecte pour les substrats meubles

3.1.1 – Carottier : Le carottier à main



Sources des informations	Boyd, 2002 : Guidelines for the conduct of benthic studies at aggregate dredging sites. Coggan <i>et al.</i> , 2007: Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH.
Remarques générales	Il existe des modèles de carottiers qui peuvent être déployés depuis un navire et qui permettent d'échantillonner dans des grandes profondeurs (carottier boîte, etc.), mais leur utilisation nécessite des moyens nautiques conséquents et le temps d'échantillonnage est allongé, ce qui ne les rend pas forcément pertinents pour un échantillonnage de la faune benthique.
Description	Le carottier à main se compose d'un cylindre rigide en acier inoxydable ou en plastique. Il peut être muni de poignées qui facilitent son enfoncement dans le sédiment. La surface échantillonnée est variable selon les objectifs de l'étude (le plus souvent 0.01m ²).
Mise en œuvre	Intertidal et supralittoral : Le carottier est enfoncé à la main dans le sédiment. Subtidal : le carottier est enfoncé à la main dans le sédiment par un plongeur. Un bouchon est utilisé pour fermer l'extrémité du carottier et ainsi ne pas perdre le sédiment qu'il contient lors des manipulations. Le sédiment est placé dans un sac plastique étanche et remonté à la surface. La carotte est placée sur un tamis de maille variable (1 ou 2 mm). Le refus de tamis est placé dans une solution de préservation.
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	Faible
Matériel spécifique nécessaire	Intertidal et supralittoral : néant Subtidal : le matériel et les compétences pour des interventions en plongée.
Types sédimentaires prélevés	Substrats meubles vaseux à sablo-vaseux.
Types faunistiques prélevés	Endofaune
Type de données	Quantitatives
Avantages	Facile à mettre en œuvre. Nécessite peu de moyens en matériel et en personnel en zone intertidale.
Inconvénients	Ne fonctionne pas bien dans les sédiments grossiers ou compacts. La taille réduite de la surface prélevée n'est pas toujours adaptée au regard des faibles densités rencontrée dans certains milieux intertidaux (dans ce cas il convient d'augmenter le nombre de répliqués). Subtidal : Le maniement des carottes est plus complexe, une perte de sédiment et des organismes les plus petits est possible. L'emploi du carottier à main est limité aux espaces accessibles en plongée sous-marine (selon la réglementation de la plongée professionnelle).
Coût/temps humain	Le coup d'acquisition d'un carottier est extrêmement faible (quelques dizaines ou centaines d'euros). Intertidal : 1 à 2 personnes sont nécessaires pour réaliser les prélèvements. Il est possible de réaliser entre 3 et 5 stations par marée (selon la distance entre les stations). Subtidal : 3 personnes, disposant du certificat d'aptitude hyperbare leur permettant la pratique de la plongée professionnelle, sont nécessaires pour réaliser les prélèvements. Il est possible de réaliser entre 4 et 6 stations par jour (selon la profondeur, la distance entre les stations et la réglementation en vigueur sur la plongée professionnelle). Au laboratoire, le traitement d'une carotte nécessite entre 1h et 1 jour de travail (selon le type de sédiment, la richesse spécifique de l'échantillon et la taille de mailles du tamis utilisé).

3.1.2 – L'aspirateur à air comprimé



© Bianchi *et al.*, 2004

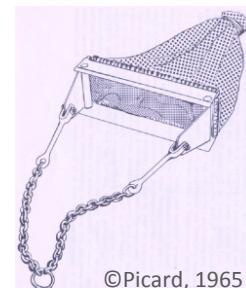
Sources des informations	Baker, 1987 : Biological surveys of estuaries and coasts. Bianchi <i>et al.</i> , 2004 : Hard bottoms. Davies, 2001 : Marine monitoring handbook.
Remarques générales	Cette méthode n'est applicable que pour les milieux subtidaux.
Description	L'aspirateur à air comprimé se compose d'un tube rigide relié, à son extrémité inférieure, à une bouteille d'air comprimé. Un filet de prélèvement est fixé à l'extrémité supérieure du tube. Lorsque le tube est maintenu en position verticale, l'air expulsé par la bouteille d'air comprimé remonte à l'intérieur du tube créant un phénomène d'aspiration.
Mise en œuvre	La surface à prélever est délimitée par un quadrat ou par un cylindre enfoncé dans le sédiment. Les organismes sont détachés du substrat à l'aide d'un ustensile métallique (grattoir, couteau, marteau et burin, etc.) juste en dessous de l'entrée du tube de l'aspirateur à air comprimé. Les organismes sont récoltés dans le filet numéroté fixé à l'extrémité supérieure du tube.
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	Moyen (gestion de l'aspirateur)
Matériel spécifique nécessaire	Un tube, en PVC ou métallique, et une bouteille d'air comprimé supplémentaire pour l'aspirateur à air comprimé. Grattoir, couteau, marteau et burin, ou autre ustensile permettant de gratter le substrat. Filet de prélèvements maille fine (filet à plancton). Le matériel et les compétences pour des interventions en plongée.
Types sédimentaires prélevés	Des fonds meubles (vases, sables, graviers, cailloutis) jusqu'aux fonds durs (galets et roches)
Types faunistiques prélevés	Endofaune (organismes sessile pour les substrats durs)
Type de données	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives
Avantages	L'aspirateur à air comprimé est simple à construire. Méthode reproductible et robuste (statistiques). L'ensemble des organismes est collecté. Les petites espèces sont échantillonnées. Fournie une bonne estimation des abondances et des biomasses. Les identifications, réalisées au laboratoire, peuvent être précises.
Inconvénients	Méthode destructive. Assez longue à mettre en œuvre. La faune mobile peut échapper au prélèvement. Les espèces encroûtantes ou difficiles à détacher du substrat ne sont pas prélevées. Certains organismes sont endommagés par le grattage et/ou l'aspiration. Le filet de prélèvement peut se détacher ou se colmater. Il peut être nécessaire de retirer les plus gros organismes avant de réaliser l'aspiration. L'aspirateur est encombrant sous l'eau. Le traitement des échantillons au laboratoire est chronophage.
Coût/temps humain	Le coup d'acquisition de l'aspirateur et des ustensiles de grattage est faible (quelques centaines d'euros). <u>Sur le terrain</u> : 3 personnes sont nécessaires pour réaliser les prélèvements (contrainte liée à la plongée professionnelle). Un plongeur peut gérer l'aspirateur, un plongeur gratter le substrat et un plongeur assurer la sécurité en surface. Le nombre de prélèvements réalisés par jours est très variable, il va dépendre de la profondeur, de la taille de la surface échantillonnée, de la densité des organismes, de la taille et du nombre d'espèces collectées. En une plongée, il est possible de réaliser jusqu'à 5 prélèvements de 0,1m ² à 20 m de profondeur. <u>Au laboratoire</u> : le traitement d'un prélèvement nécessite entre quelques heures et quelques jours de travail (selon la richesse spécifique de l'échantillon et la taille de mailles du filet utilisé).

3.1.3 – Dragues

La drague Rallier du Baty



Sources des informations	<p>Dauvin <i>et al.</i>, 2010 : Le benthos de l'estuaire de la Seine : GIP Seine-Aval. Boyd, 2002 : Guidelines for the conduct of benthic studies at aggregate dredging sites. Coggan <i>et al.</i>, 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH. Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
Remarques générales	<p>La drague Rallier du Baty n'est pas le seul modèle de drague existant, mais c'est le plus couramment utilisé.</p>	
Description	<p>La drague est constituée par un corps métallique circulaire robuste au milieu duquel est fixée une tige métallique sur laquelle est arrimé le câble de traction. Un filet, protégé par une toile de jute, un film de caoutchouc ou un autre filet, permet de récolter le sédiment. L'ouverture de maille du filet est adaptée aux objectifs de l'étude (entre 0.5 mm et 1 cm, généralement 2 mm). Le diamètre d'ouverture de la drague est compris entre 30 et 60 cm selon les modèles.</p>	
Mise en œuvre	<p>La drague est déployée à l'arrière ou sur le côté du navire. Une fois au fond, elle est tractée à vitesse réduite (1 à 2 nœuds) par un câble sous-tension (de longueur équivalente à trois fois la profondeur) et prélève au hasard par grattage du fond pendant une durée déterminée (le plus souvent de 3 à 10 mn). Une fois remontée, le cul du filet est ouvert et les sédiments contenant la faune sont récupérés.</p>	
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	<p>Moyen</p>	
Matériel spécifique nécessaire	<p>Un câble d'acier suffisamment résistant et mesurant trois fois la profondeur à laquelle sera déployée la drague.</p>	
Types sédimentaires prélevés	<p>Des fonds meubles (vases, sables, graviers, cailloutis) jusqu'aux fonds durs (galets et roches)</p>	
Types faunistiques prélevés	<p>Endofaune et épifaune (la macrofaune et une partie de la grosse macrofaune)</p>	
Type de données	<p>Qualitatif et/ou semi-quantitatif</p>	<p>Il est courant de prélever un échantillon de 30 L de sédiments récoltés par la drague pour obtenir des données d'abondances exprimées par litre de sédiments. Il reste cependant difficile d'estimer la surface échantillonnée à la drague, le trait étant plus ou moins long.</p>
Avantages	<p>Utilisable sur une grande variété de fonds. Relative résistance du filet qui est protégé par un autre sac. Possibilité de prélever à la fois la macrofaune endogée et épigée. Bonne estimation de l'épimacrofaune vagile.</p>	
Inconvénients	<p>Méthode destructive. Données non quantitatives et non strictement comparables. La drague se remplit différemment (plus ou moins rapidement) selon le type de sédiment, ce qui rend délicate l'interprétation des données récoltées. Dans certains cas, elle ne pénètre pas assez dans le sédiment ce qui peut entraîner une sous-estimation des espèces appartenant à l'endofaune. La drague peut être traînée sur une trop grande distance, ce qui ne permet pas de bien appréhender l'hétérogénéité et les limites de l'habitat prospecté. La teneur en sédiments fins, souvent refoulés en dehors du filet, peut être sous-estimée. Le volume prélevé peut être important (jusqu'à 100L selon la taille du filet). Un sous-échantillonnage de sédiment peut pallier à ce problème.</p>	
Coût/temps humain	<p>Le coup d'acquisition d'une drague Rallier du Baty est peu élevé (quelques centaines à quelques milliers d'euros). Sur le terrain : 2 à 3 personnes sont nécessaires pour manipuler la drague. Il est possible de réaliser entre 10 et 25 stations par jour (selon la profondeur, la distance entre les stations et la complexité des sites). Au laboratoire, le traitement d'un échantillon nécessite entre quelques heures et quelques jours de travail (selon le type de sédiment, la richesse spécifique de l'échantillon et la taille des mailles du tamis utilisé).</p>	



©Picard, 1965

Sources des informations	Picard, 1965 : Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise.	
Remarques générales	La drague Charcot-Picard est surtout utilisée en Méditerranée.	
Description	<p>La drague est constituée par un corps métallique rectangulaire robuste, dont chacun des grands côté a une forme de lame.</p> <p>Un filet, d'une cinquantaine de litres, protégé par une toile de jute, un film de caoutchouc ou un autre filet, permet de récolter le sédiment.</p> <p>L'ouverture de la drague Charcot-Picard est de 59,5 cm x 23 cm.</p> <p>Sous l'action des lames situées de chaque côté de la drague, celle-ci pénètre dans le sédiment sur environ 12cm de profondeur lorsqu'elle est tractée sur le fond.</p>	
Mise en œuvre	<p>La drague est déployée à l'arrière ou sur le côté du navire.</p> <p>Une fois au fond, elle est tractée à vitesse réduite (1 à 2 nœuds) par un câble sous-tension (de longueur équivalente à trois fois la profondeur) et prélève au hasard par grattage du fond pendant une durée déterminée (le plus souvent de 3 à 10 mn).</p> <p>Une fois remontée, le cul du filet est ouvert et les sédiments contenant la faune sont récupérés.</p>	
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	Moyen	
Matériel spécifique nécessaire	Un câble d'acier suffisamment résistant et mesurant trois fois la profondeur à laquelle sera déployée la drague.	
Types sédimentaires prélevés	Les fonds meubles (vases, sables, graviers, cailloutis), éventuellement les fonds durs à condition de disposer d'un modèle de drague très robuste	
Types faunistiques prélevés	Endofaune et épifaune (la macrofaune et une partie de la grosse macrofaune)	
Type de données	Qualitatif et/ou semi-quantitatif	Il est courant de prélever un échantillon de 50 L de sédiments récoltés par la drague pour obtenir des données d'abondances exprimées par litre de sédiments. Il reste cependant difficile d'estimer la surface échantillonnée à la drague, le trait étant plus ou moins long.
Avantages	<p>La drague travaille dans tous les cas, quelle que soit sa position d'atterrissage sur le fond.</p> <p>Utilisable sur une grande variété de fonds.</p> <p>Relative résistance du filet qui est protégé par un autre sac.</p> <p>Possibilité de prélever à la fois la macrofaune endogée et épigée.</p> <p>Bonne estimation de l'épimacrofaune vagile.</p>	
Inconvénients	<p>Méthode destructive.</p> <p>Données non quantitatives.</p> <p>La drague se remplit différemment (plus ou moins rapidement) selon le type de sédiment, ce qui rend délicate l'interprétation des données récoltées. Dans certains cas, elle ne pénètre pas assez dans le sédiment ce qui peut entraîner une sous-estimation des espèces appartenant à l'endofaune.</p> <p>La drague peut être traînée sur une trop grande distance, ce qui ne permet pas de bien appréhender l'hétérogénéité et les limites de l'habitat prospecté.</p> <p>La teneur en sédiments fins, souvent refoulés en dehors du filet, peut être sous-estimée.</p>	
Coût/temps humain	<p>Le coup d'acquisition d'une drague Charcot-Picard est peu élevé (quelques centaines à quelques milliers d'euros).</p> <p>Sur le terrain : 2 à 3 personnes sont nécessaires pour manipuler la drague. Il est possible de réaliser entre 10 et 25 stations par jour (selon la profondeur, la distance entre les stations et la complexité des sites).</p> <p>Au laboratoire, le traitement d'un échantillon nécessite entre quelques heures et quelques jours de travail (selon le type de sédiment, la richesse spécifique de l'échantillon et la taille des mailles du tamis utilisé).</p>	

3.1.4 – Chalut : Le chalut à perche



Sources des informations	<p>Dauvin <i>et al.</i>, 2010 : Le benthos de l'estuaire de la Seine : GIP Seine-Aval. Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition). Coggan <i>et al.</i> 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH. Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
Remarques générales	<p>Très couramment utilisée pour l'échantillonnage de l'ichtyofaune et de la grosse macrofaune benthique dans le cadre d'études scientifiques. La taille et la forme du chalut peuvent être variables selon le type d'étude.</p>	
Description	<p>Le chalut est constitué d'une perche en bois ou en métal (le plus souvent 1,5, 2, 3 ou 4 m de long) dont les extrémités sont chacune munies d'un patin, qui permet l'alourdissement de la structure et son maintien au fond. Perche et patins constituent une structure rigide sur laquelle est fixé le chalut. Le filet a une ouverture de maille déterminée par les objectifs de l'étude (2 cm pour Seine-Aval). Deux rangées de chaînes, la première, située à l'avant, plus grosse et plus lourde racle le fond et met en suspension les organismes récoltés, la seconde fixée au bas du filet assure son ouverture. Lors de son emploi sur les substrats durs, une rangée de disques en caoutchouc d'une cinquantaine de centimètres de diamètre est ajoutée à l'avant du chalut pour limiter les croches.</p>	
Mise en œuvre	<p>A son arrivée sur le fond, le chalut est tracté, à vitesse réduite (1 ou 2 nœuds), sur une distance déterminée (de 200 m à 800 m) en fonction du type de fond et de la densité de la faune épigée. Une longueur de câble correspondant environ à 3 fois la profondeur est nécessaire au déploiement du chalut à perche. Les coordonnées GPS du début et de la fin du trait sont notées afin de connaître la surface travaillée. Une fois remonté à bord, le filet est ouvert pour récupérer les organismes.</p>	
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	<p>Importante (surtout pour la validation de l'échantillon)</p>	
Matériel spécifique nécessaire	<p>Un navire adapté à la taille du chalut. Un câble d'acier suffisamment résistant et mesurant trois fois la profondeur à laquelle sera déployé le chalut.</p>	
Types sédimentaires prélevés	<p>Des fonds meubles (vases, sables, graviers, cailloutis) jusqu'aux fonds durs (galets et roches)</p>	
Types faunistiques prélevés	<p>Ichtyofaune démersale et épifaune fixée et vagile (majeure partie de la grosse macrofaune) Les grandes espèces, mobiles, rares et/ou dispersées.</p>	
Type de données	<p>Qualitatif et/ou semi-quantitatif</p>	<p>Il est possible de disposer de données semi-quantitatives en exprimant les données par m² échantillonné à condition de noter les coordonnées GPS de début et de fin de trait.</p>
Avantages	<p>La taille réduite des petits modèles permet une mise en œuvre facilitée à partir de navires de taille moyenne. La surface échantillonnée peut être importante, ce qui permet de collecter des espèces rares et/ou dispersées.</p>	
Inconvénients	<p>Méthode destructive. N'échantillonne qu'une partie de la diversité (faune épigée/démersale). Ne peut être déployé que sur des fonds réguliers, peu accidentés.</p>	
Coût/temps humain	<p>Le coup d'acquisition d'un chalut à perche est peu élevé (quelques centaines ou quelques milliers d'euros). Sur le terrain : 2 à 3 personnes sont nécessaires pour manipuler le chalut. Il est possible de réaliser entre 8 et 15 stations par jour (selon la profondeur et la distance entre les stations). Au laboratoire, le traitement d'un échantillon nécessite entre quelques heures et quelques jours de travail (selon le type de sédiment, la richesse spécifique de l'échantillon et la taille des mailles du filet utilisé).</p>	

3.1.5 – Bennes

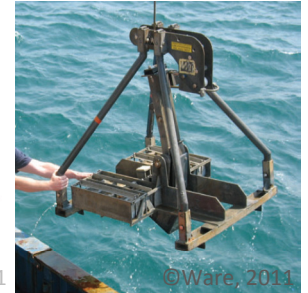
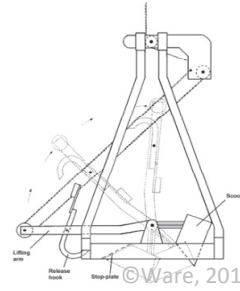
La benne Van-Veen



Sources des informations	<p>Dauvin <i>et al.</i>, 2010 : Le benthos de l'estuaire de la Seine : GIP Seine-Aval. Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition). Boyd, 2002 : Guidelines for the conduct of benthic studies at aggregate dredging sites. Coggan <i>et al.</i> 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH. Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
Remarques générales	Très couramment utilisée pour l'échantillonnage de la macrofaune benthique dans le cadre d'études scientifiques.	
Description	<p>Elle est constituée de deux mâchoires en quart de cercle sur lesquels sont fixés deux grands bras à l'extrémité desquels est accroché un câble. La tension du câble permet de maintenir la benne en position ouverte.</p> <p>Une fois sur le fond, lorsque la tension du câble s'annule, le mouvement des bras est rendu possible. Lors de sa remontée la remise en tension du câble actionne les bras qui permettent la fermeture de la benne.</p> <p>Son poids varie entre 20 et 70 kg selon les modèles. Elle échantillonne une surface de 0,1 m².</p>	
Mise en œuvre	<p>La benne est descendue au fond au bout d'un câble à la verticale du navire. Dès qu'elle s'est posée sur le fond, elle est immédiatement remontée. Une fois arrivée à bord, les sédiments contenant les organismes sont récupérés.</p>	
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	Moyen	
Matériel spécifique nécessaire	<p>Un système de mise à l'eau adapté sur le bateau. Un support surélevé pour poser la benne sur le pont du navire et récupérer l'échantillon de sédiment.</p>	
Types sédimentaires prélevés	Substrats meubles vaseux à sablo-vaseux.	
Types faunistiques prélevés	<p>Endofaune et une partie de l'épifaune. N'est pas adaptée pour la grosse macrofaune vagile ou les espèces capables de mouvements de fuite rapides.</p>	
Type de données	Quantitatif	Les données d'abondance sont exprimées par m ² échantillonné
Avantages	<p>Elle est facilement maniable à bord de par son poids réduit. Peut être embarquée sur des navires de tailles variées. Les données récoltées sont quantitatives et sont donc assez rigoureusement comparables.</p>	
Inconvénients	<p>Méthode destructive</p> <p>Elle n'est pas utilisable pour des sédiments graveleux et plus grossiers. Dans le cas de sables propres, elle peut parfois fonctionner, mais ne s'enfonce pas facilement dans le sédiment, ce qui peut engendrer un biais dans les données. L'addition de poids sur les bras pallie en partie cet inconvénient.</p> <p>Son efficacité est moindre quand les courants sont forts (supérieurs à 3 nœuds environ).</p>	
Coût/temps humain	<p>Le coup d'acquisition d'une benne est peu élevé (quelques centaines ou quelques milliers d'euros). Sur le terrain : 3 à 4 personnes sont nécessaires pour manipuler la benne et pour tamiser les échantillons. Il est possible de réaliser jusqu'à 40 prélèvements par jour (selon la profondeur, la distance entre les stations).</p> <p>Au laboratoire, le traitement d'un échantillon nécessite entre quelques heures et quelques jours de travail (selon le type de sédiment, la richesse spécifique de l'échantillon et la taille des mailles du tamis utilisé).</p>	



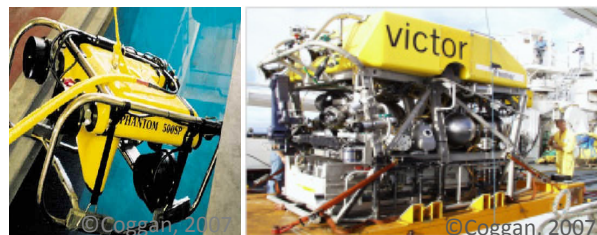
Sources des informations	<p>Dauvin <i>et al.</i>, 2010 : Le benthos de l'estuaire de la Seine : GIP Seine-Aval. Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition). Boyd, 2002 : Guidelines for the conduct of benthic studies at aggregate dredging sites. Coggan <i>et al.</i>, 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH. Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
Remarques générales	<p>Une version simplifiée, sans le mécanisme à ressort, la Day-grab, a été développée. Elle a l'avantage d'être d'un maniement moins dangereux.</p>	
Description	<p>La benne est constituée de deux mâchoires en quart de cercle montées dans un cadre métallique pyramidal. Les mâchoires sont reliées à un mécanisme à ressorts, qui est tendu avant la mise à l'eau de la Benne. Lorsque celle-ci touche le fond le mécanisme à ressort est libéré et propulse les mâchoires dans le sédiment. Les mâchoires se referment sous l'effet de la traction du câble lors de la remontée. Son poids est d'environ 120 kg. Elle échantillonne une surface de 0,1 m².</p>	
Mise en œuvre	<p>La benne est descendue au fond au bout d'un câble à la verticale du navire. Dès qu'elle s'est posée sur le fond, elle est immédiatement remontée. Une fois arrivée à bord, les sédiments contenant les organismes sont récupérés.</p>	
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	<p>Important (maniement du mécanisme à ressorts)</p>	
Matériel spécifique nécessaire	<p>Un système de mise à l'eau adapté sur le bateau. Un support surélevé pour poser la benne et récupérer l'échantillon de sédiment.</p>	
Types sédimentaires prélevés	<p>Des sédiments vaseux jusqu'aux graviers</p>	
Types faunistiques prélevés	<p>Endofaune et une partie de l'épifaune.</p>	
Type de données	Quantitatif	Les données d'abondance sont exprimées par m ² échantillonné
Avantages	<p>Elle est utilisable sur des types sédimentaires variés. Son cadre métallique permet un ajout de poids pour une meilleure pénétration dans le sédiment. Elle est dans une certaine mesure efficace pour la récolte de la faune vagile en raison de son déclenchement immédiat dès qu'elle touche le fond. Les données récoltées sont quantitatives et sont donc assez rigoureusement comparables.</p>	
Inconvénients	<p>Méthode destructive. Son poids et l'armement des ressorts la rendent difficile et dangereuse à manipuler. La fermeture des mâchoires peut être entravée dans les sédiments les plus grossiers entraînant le lessivage de l'échantillon.</p>	
Coût/temps humain	<p>Le coup d'acquisition d'une benne est peu élevé (quelques milliers d'euros). Sur le terrain : 3 à 4 personnes sont nécessaires pour manipuler la benne et pour tamiser les échantillons. Il est possible de réaliser jusqu'à 40 prélèvements par jour (selon la profondeur et la distance entre les stations). Au laboratoire, le traitement d'un échantillon nécessite entre quelques heures et quelques jours de travail (selon le type de sédiment, la richesse spécifique de l'échantillon et la taille des mailles du tamis utilisé).</p>	



<p>Sources des informations</p>	<p>Dauvin <i>et al.</i>, 2010 : Le benthos de l'estuaire de la Seine : GIP Seine-Aval. Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition). Boyd, 2002 : Guidelines for the conduct of benthic studies at aggregate dredging sites. Coggan <i>et al.</i>, 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH. Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
<p>Remarques générales</p>	<p>Le bâti de la benne Hamon existe en plusieurs tailles. Des godets de différentes tailles peuvent être montés sur le bâti.</p>	
<p>Description</p>	<p>Elle est constituée d'un seul godet qui pivote à 90° pour prélever le sédiment. La fermeture de la benne est assurée par plaquage des rebords du godet sur une surface plane couverte de caoutchouc. La tension du câble de support permet de maintenir la benne en position ouverte. Une fois sur le fond, la tension du câble s'annule, le système de blocage du godet est libéré et la fermeture de la benne est réalisée lors de la remontée. Son poids varie entre 200 kg et 750 kg pour les plus grandes. Elle échantillonne une surface de 0,25 m² ou de 0,1m².</p>	
<p>Mise en œuvre</p>	<p>La benne est descendue au fond au bout d'un câble à la verticale du navire. Dès qu'elle s'est posée sur le fond, elle est immédiatement remontée. Une fois arrivée à bord, les sédiments contenant les organismes sont récupérés.</p>	
<p>Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre</p>	<p>Moyen</p>	
<p>Matériel spécifique nécessaire</p>	<p>Un système de mise à l'eau adapté sur le bateau. Un support surélevé pour poser la benne et récupérer l'échantillon de sédiment.</p>	
<p>Types sédimentaires prélevés</p>	<p>Sédiments vaseux jusque dans les graviers, voire les cailloutis.</p>	
<p>Types faunistiques prélevés</p>	<p>Endofaune et une partie de l'épifaune. N'est pas adaptée pour la grosse macrofaune vagile ou les espèces capables de mouvements de fuite rapides.</p>	
<p>Type de données</p>	<p>Quantitatif</p>	<p>Les données d'abondance sont exprimées par m² échantillonné</p>
<p>Avantages</p>	<p>Sa robustesse. Sa simplicité de mise en œuvre. Elle est utilisable sur des types sédimentaires variés. C'est l'engin le mieux adapté pour échantillonner les sédiments très grossiers. Du fait de son poids, elle est préférable dans le cas de mer agitée ou de courants forts. Elle est bien adaptée pour échantillonner les espèces profondément enfouies. Les données récoltées sont quantitatives et sont donc assez rigoureusement comparables.</p>	
<p>Inconvénients</p>	<p>Méthode destructive. Son poids la rend difficile et dangereuse à manipuler. Sa taille (pour les plus grands modèles) nécessite l'utilisation d'un navire de taille conséquente. Elle est peu efficace pour la faune vagile, notamment pour les espèces à forte capacité natatoire. Les sédiments sont "mixés" lors du prélèvement, ce qui empêche les observations ou le prélèvement d'un sous-échantillon intact (non remanié)</p>	
<p>Coût/temps humain</p>	<p>Le coup d'acquisition d'une benne est peu élevé (quelques milliers d'euros). Sur le terrain : 3 à 4 personnes sont nécessaires pour manipuler la benne et pour tamiser les échantillons. Il est possible de réaliser jusqu'à 40 prélèvements par jour (selon la profondeur et la distance entre les stations). Au laboratoire, le traitement d'un échantillon nécessite entre quelques heures et quelques jours de travail (selon le type de sédiment, la richesse spécifique de l'échantillon, la taille du godet utilisé et la taille des mailles du tamis utilisé).</p>	

3.1.6 – Vidéo

Le véhicule téléguidé ou ROV (Remotely Operated Vehicle)



Sources des informations	<p>Dauvin <i>et al.</i>, 2010 : Le benthos de l'estuaire de la Seine : GIP Seine-Aval. Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition). Coggan <i>et al.</i>, 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH. Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
Remarques générales	<p>Il existe plusieurs classes de ROV, qui définissent leur taille et leur capacité de déplacement (résistance au courant). Certains ROV sont équipés d'un bras mécanique qui permet de réaliser des prélèvements.</p>	
Description	<p>Le ROV est une structure autopropulsée qui embarque une caméra vidéo et un système d'éclairage. Certains ROV sont pourvus d'un bras articulé qui permet de prélever des organismes benthiques. Le ROV est manœuvré à distance par un opérateur situé sur le bateau. La position exacte du ROV est déterminée par un traqueur acoustique. Les images sont enregistrées sur le bateau à partir d'un câble ombilical relié au ROV.</p>	
Mise en œuvre	<p>Le ROV est mis à l'eau lorsque le navire est en position stationnaire. Sur le bateau, les opérateurs visionnent en direct les images acquises afin d'ajuster la position du ROV. Les images peuvent être enregistrées pour faire l'objet d'un visionnage ultérieur.</p>	
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	Très importante	
Matériel spécifique nécessaire	<p>Un système de mise à l'eau adapté sur le bateau. Un espace pour le poste de pilotage à bord du bateau</p>	
Types sédimentaires prélevés	Tous types de sédiments.	
Types faunistiques prélevés	Grosse macrofaune épigée et démersale et une partie de la macrofaune épigée.	
Type de données	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives	Les données acquises peuvent être semi-quantitatives si le temps de déplacement au fond est connu ou elles peuvent être quantitatives si la surface filmée est connue avec précision.
Avantages	<p>Méthode non destructive. Le ROV peut être positionné en un point précis. Capable de déplacements au fond dans les 3 dimensions. Il est possible de réaliser des observations descriptives des fonds, d'acquérir des images ponctuelles, de réaliser des transects. Possibilité d'observer les organismes sous différents angles. Peut être stoppé ou revenir en arrière pour réaliser des observations particulières</p>	
Inconvénients	<p>Fragilité du matériel. Le coût et la complexité de la mise en œuvre est souvent important (fonction de la taille). Les plus petits ROV perdent leur manœuvrabilité dans les forts courants. La longueur du câble ombilical limite la zone d'exploration. Les identifications taxonomiques sont souvent limitées quand elles sont réalisées à partir de vidéos.</p>	
Coût/temps humain	<p>Le coût d'acquisition d'un ROV peut être peu élevé (quelques milliers d'euros) jusqu'à très élevé (quelques centaines de milliers d'euros, voire plus) selon la taille et les spécificités de celui-ci. Sur le terrain : 2 à 5 personnes sont nécessaires pour manipuler le ROV (selon sa taille et ses spécificités). Il est possible de réaliser entre 10 et 20 stations par jour (selon le type de manipulation réalisé, la profondeur et la distance entre les stations). Au laboratoire, le visionnage des vidéos nécessite deux à trois fois le temps des enregistrements.</p>	

Le traîneau vidéo



Sources des informations	<p>Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition).</p> <p>Boyd, 2002 : Guidelines for the conduct of benthic studies at aggregate dredging sites.</p> <p>Coggan <i>et al.</i>, 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH.</p> <p>Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
Remarques générales		
Description	<p>Traîneau métallique robuste portant une caméra vidéo et un système d'éclairage.</p> <p>Les images sont enregistrées à bord du navire par un câble ombilical.</p>	
Mise en œuvre	<p>Le système est traîné sur le fond sur une distance définie par les objectifs de l'étude.</p> <p>Les images peuvent être enregistrées le long du transect, en continu ou ponctuellement.</p>	
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	Moyen	
Matériel spécifique nécessaire	Un système de mise à l'eau adapté sur le bateau.	
Types sédimentaires prélevés	<p>Tous les substrats meubles.</p> <p>Les substrats durs peu accidentés.</p>	
Types faunistiques prélevés	Grosse macrofaune épigée et démersale et une partie de la macrofaune épigée.	
Type de données	Qualitatives ou Quantitatives	Quantitatives si les coordonnées GPS du point de départ et de fin du transect sont connus avec précision.
Avantages	<p>Robuste et simple à mettre en œuvre.</p> <p>L'échantillonnage peut être réalisé sur de longues distances.</p> <p>Fournit des mesures de densités précises.</p>	
Inconvénients	<p>Méthode destructive.</p> <p>Ne peut être arrêté pour effectuer une observation particulière.</p> <p>Les identifications taxonomiques sont souvent limitées quand elles sont réalisées à partir de vidéos.</p>	
Coût/temps humain	<p>Le coup d'acquisition du système vidéo est peu élevé (quelques milliers d'euros), le traîneau est plus onéreux.</p> <p>Sur le terrain : 3 personnes sont nécessaires pour manipuler le traîneau. Il est possible de réaliser entre 2 et 4 km de transect par jour (selon la longueur des traits, la profondeur et la distance entre les stations).</p> <p>Au laboratoire, le visionnage des vidéos nécessite deux à trois fois le temps des enregistrements.</p>	



Sources des informations	<p>Kantin <i>et al.</i>, 2006 : Le référentiel benthique méditerranéen (REBENT MED) – Avant projet sommaire. Ware et Kenny, 2011 : Guidelines for the Conduct of Benthic Studies at Marine Aggregate Extraction Sites (2nd Edition). Coggan <i>et al.</i>, 2007 : Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH. Rees, 2009 : Guidelines for the study of the epibenthos of subtidal environments.</p>	
Remarques générales		
Description	<p>Le système se compose d'un châssis tubulaire rigide dans lequel vient se loger le caisson étanche qui contient la caméra. Un projecteur étanche fournit la lumière nécessaire aux prises de vue. Le système est relié à la surface par un ombilic qui suit le câble de fixation ou qui peut être inclus dans celui-ci. Un sondeur altimétrique peut être ajouté au châssis afin de renseigner sur l'altitude à laquelle se trouve la caméra par rapport au substrat.</p> <p>Un quadrat peut être monté sur le châssis de la caméra afin de fournir une référence surfacique aux images acquises. Une autre méthode consiste à disposer dans l'axe de prise de vue de la caméra deux lasers parallèles dont la distance entre les deux rayons est connue.</p> <p>L'angle de la caméra par rapport au substrat peut être adapté : à la verticale elle fournira des images à partir desquelles il sera possible de réaliser des mesures surfaciques ; en oblique elle fournira des images plus pertinentes pour les identifications taxonomiques.</p> <p>Sur le bateau, un ou plusieurs écrans de contrôles sont installés afin de visualiser les images en direct. Selon le type de caméra, un système d'enregistrement des images peut également être présent sur le bateau.</p>	
Mise en œuvre	<p>Le châssis et la caméra sont descendus à l'aplomb du bateau jusqu'au dessus du fond. Le sondeur, s'il est présent, permet de ralentir la descente du système juste avant de toucher le fond.</p> <p>Les images peuvent être acquises ponctuellement ou tout au long d'un transect. Dans ce dernier cas, la caméra est tractée en pendulaire à une vitesse réduite (<1 nœud).</p> <p>Sur le bateau, les opérateurs visionnent en direct les images acquises afin d'ajuster tout au long de l'opération l'altitude de la caméra par rapport au substrat.</p> <p>Les images peuvent être enregistrées pour faire l'objet d'un visionnage ultérieur.</p>	
Niveau d'expertise technique pour la mise en œuvre	Importante (manœuvre bateau)	
Matériel spécifique nécessaire	Un système de mise à l'eau adapté sur le bateau.	
Types sédimentaires prélevés	Tous (risque de croche accru sur les substrats durs accidentés)	
Types faunistiques prélevés	Grosse macrofaune épigée et démersale et une partie de l'épimacrofaune.	
Type de données	Qualitatives/Semi-quantitatives/Quantitatives	Les données acquises peuvent être semi-quantitatives ou quantitatives si la surface filmée est connue.
Avantages	<p>Méthode non destructive.</p> <p>La caméra peut être positionnée en un point précis.</p> <p>Rapidité de mise en œuvre (qualification rapide pour la cartographie des habitats)</p> <p>Déploiement à partir de moyens nautiques légers.</p> <p>Les images peuvent être considérées comme des quadrats et des abondances peuvent être calculées.</p>	
Inconvénients	<p>Les conditions climatiques doivent être clémentes (surtout le vent) pour réaliser de bonnes prises de vues.</p> <p>La surface couverte par les images est réduite. Ne fournit pas d'information sur la distribution des communautés à large échelle.</p> <p>Temps de traitement long au laboratoire (visionnage).</p> <p>Les identifications taxonomiques sont souvent limitées quand elles sont réalisées à partir de vidéos.</p>	
Coût/temps humain	<p>Le coup d'acquisition d'un châssis et du système vidéo est peu élevé (quelques milliers d'euros).</p> <p>Sur le terrain : 3 à 4 personnes sont nécessaires pour manipuler la caméra. Il est possible de réaliser entre 10 et 25 stations par jour (selon la profondeur, la distance entre les stations et la complexité des sites).</p> <p>Au laboratoire, le visionnage des vidéos nécessite deux à trois fois le temps des enregistrements.</p>	

3.1.7 – Analyse comparée des méthodes de collecte

Les différentes méthodes de collectes présentées ci-dessus sont plus ou moins adaptées aux différents types de sédiments meubles, aux différentes classes de taille et milieux de vie de la faune, et elles produiront des données de qualifications différentes (*Tableau 10*).

- Dans le cas où l'étude vise à augmenter la densité de données pour un groupe taxonomique spécifique :

Mis à part dans le cas des poissons qui seront plus particulièrement collectés au chalut à perche, aucune des méthodes citées ne permettra de cibler un groupe en particulier. La ségrégation devra se faire au laboratoire lors du traitement des échantillons, au moment du tri et des identifications.

- Pour le ciblage d'une classe de taille en particulier :

Les bennes, le carottier à main et l'aspirateur à air comprimé, prélevant une portion complète du sédiment, permettent de conserver les espèces de petite taille (méiofaune). En revanche, ces méthodes sont peut adaptées pour les espèces de grande taille (grosse macrofaune) et encore moins pour celles capables de mouvements rapides de déplacements qui peuvent s'échapper lors du prélèvement. Seul le **chalut à perche** sera à même de collecter ces espèces mobiles de grande taille. Mais ce dernier, de par la taille importante des mailles couramment utilisé pour le filet n'est pas adapté pour un échantillonnage fiable des espèces de moyenne (macrofaune) et petite taille (méiofaune). Les **dragues Rallier du Baty** ou **Charcot-Picard** seront adaptées pour la macrofaune et pour une partie de la grosse macrofaune qui peut être capturée lorsque l'engin est trainé sur le fond. La méiofaune endogée peut également être conservée lorsque le filet de la drague se colmate, c'est notamment le cas avec les vases molles.

Les systèmes vidéo quant à eux permettront d'acquérir des données sur les espèces de moyenne (macrofaune) et de grande taille (grosse macrofaune), mais l'identification taxonomique précise sera limitée à quelques espèces, ce qui limite l'intérêt de ces systèmes vidéo pour l'inventaire des ZNIEFF Marines sur les substrats meubles.

- En ce qui concerne l'étude des différents milieux de vie :

Les bennes, le carottier à main et l'aspirateur à air comprimé seront particulièrement adaptés pour la faune endogée, alors que le chalut à perche et les systèmes vidéo seront spécialisés dans la faune épigée et démersale. Les **dragues Rallier du Baty** ou **Charcot-Picard**, du fait qu'elles pénètrent dans le sédiment (plus ou moins selon le type de sédiment) lorsqu'elles sont traînées sur le fond, se situent entre les deux autres types d'engins et fournissent à la fois des données sur la faune endogée, sur la faune épigée et dans une moindre mesure sur la faune démersale.

Les méthodes, qui échantillonnent une surface déterminée, vont fournir des données quantitatives. C'est le cas des bennes et du carottier à main. Les systèmes vidéo peuvent également fournir des données quantitatives, à partir du moment où la surface correspondante aux images acquises peut être déterminée avec précision. Les dragues et le chalut à perche, quant à eux, fournissent des données qualitatives, et au mieux semi-quantitatives, car il n'est pas possible de connaître avec précision la manière dont les engins ont travaillé sur le fond ni la surface échantillonnée.

La plupart des méthodes citées fournissent suffisamment de données pour la qualification des habitats. Le chalut à perche et les systèmes basés sur la vidéo peuvent montrer des limites dans ce domaine du fait que les typologies d'habitats sont souvent basées sur la faune endogée pour les substrats meubles et que la précision des identifications, dans le cas des vidéos, peut être insuffisante.

L'inventaire des ZNIEFF Marines va nécessiter des connaissances les plus larges possibles sur la diversité du secteur d'étude. Les données nouvellement acquises devront concerner le plus large éventail possible d'espèces et de milieux. Idéalement les nouveaux protocoles devraient combiner plusieurs méthodes de collectes complémentaires afin de profiter des avantages de chacune d'elles, et ainsi caractériser la plus grande portion possible de la diversité présente.

Tableau 10 : Synthèse de la pertinence des méthodes de collectes (voir tableaux des parties 3.1.1 à 3.1.5 pour le détail) selon le type de sédiment, la taille des organismes benthiques et leurs milieux de vie, ainsi que la qualité des données collectées. Un ✓ indique que la méthode est pertinente, un ✓ indique que la méthode est en partie pertinente, un ◇ indique qu'un certain nombre de conditions sont nécessaires à sa pertinence et un ✗ indique que la méthode n'est pas adaptée.

Méthode	Etage		Type de sédiments			Taille Faune prélevée			Milieu de vie			Qualification des données		
	Intertidal, supralittoral	Subtidal	Vase	Sable	Grossier	Méio Faune	Macro Faune	Grosse Macro Faune	Faune endogée	Faune épigée	Faune démersale	Qualitatives	Semi-quantitatives	Quantitatives
Carottier	✓	◇	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Aspirateur à air comprimé	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Dragues Rallier Du Baty, Charcot-Picard	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	◇	✗
Chalut	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	◇	✗
Benne Van-Veen	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Benne Smith-McIntyre	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
Benne Hamon	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
ROV	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	◇	◇
Traineau vidéo	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	◇	◇
Caméra suspendue	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	◇	◇

3.2 – Choix des protocoles pour les ZNIEFF Marines

Les protocoles d'échantillonnage devront être élaborés au cas par cas selon les milieux présents et les objectifs fixés pour l'étude. Cette partie fournit des éléments d'ordre généraux visant à orienter le choix des protocoles pour l'identification des ZNIEFF Marines.

3.2.1 – Choix de la stratégie d'échantillonnage

Un échantillonnage systématique (en grille) ou aléatoire est éventuellement possible dans les cas où aucune connaissance n'est disponible sur le secteur d'étude. Mais subsiste avec ces méthodes un risque de non représentation des petits habitats, parmi lesquels certains peuvent être d'une grande importance écologique (Blanchet, 2004), comme les herbiers de phanérogames marines (autre que *P. oceanica*), les « sables à *Amphioxus* » ou les bancs de maërl.

Ainsi, un échantillonnage stratifié, qui prend en compte l'hétérogénéité du milieu, est à privilégier lorsque des connaissances préalables sont disponibles sur le secteur d'étude. Dans cette méthode, les stations sont distribuées au sein de sous-divisions localement homogènes, aussi appelées « strates » (NF ISO 16665). Les strates sont définies à partir de paramètres morpho-sédimentaires, hydrodynamiques, bathymétriques ou autres.

L'idée importante, lors de l'élaboration du plan d'échantillonnage, est de répartir les stations sur l'ensemble du secteur d'étude et dans un maximum de strates différentes afin d'échantillonner la plus grande part possible de la diversité biologique présente.

3.2.2 – Choix de l'effort d'échantillonnage

L'effort d'échantillonnage doit être défini à deux échelles : au niveau de chacune des stations (effort stationnel) et au niveau du secteur d'étude (effort sectoriel) (Figure 4).

Par effort d'échantillonnage stationnel, il est entendu la définition de l'unité d'échantillonnage (surface, volume, temps, etc.) utilisée ainsi que, le cas échéant, le nombre de réplicats nécessaires. Par effort d'échantillonnage sectoriel, il est entendu la définition du nombre de stations qui seront réparties dans le secteur d'étude (Figure 4).

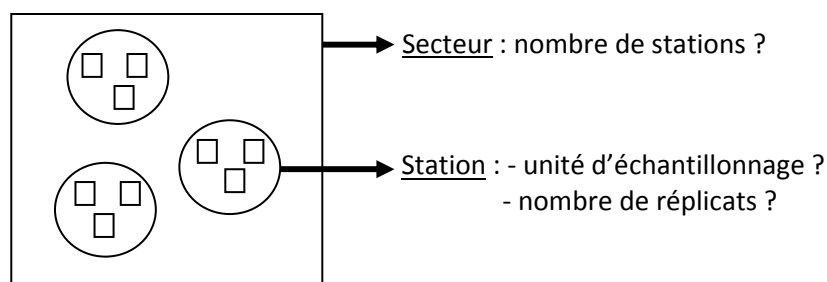


Figure 4 : Définition de l'effort d'échantillonnage sectoriel et stationnel

L'objectif d'une étude visant à alimenter l'inventaire des ZNIEFF Marines sera d'obtenir une vision globale de la diversité du secteur d'étude. Dans cette optique, le plan d'échantillonnage devra privilégier le niveau sectoriel face au niveau stationnel. En d'autres termes, lorsqu'on établit les ZNIEFF, il est préférable de répartir l'effort sur l'ensemble du secteur plutôt que de le concentrer sur quelques stations (comme c'est le cas pour les suivis). Par la suite, lors du suivi des ZNIEFF Marines existantes, il pourra être envisageable de se concentrer sur quelques stations qui permettront la mise à jour des zones.

In fine, le plan d'échantillonnage devra être un bon compromis entre un effort suffisant au niveau stationnel et un effort suffisant au niveau sectoriel. Là encore, l'idéal est d'appliquer des pressions d'échantillonnage variées sur un même secteur afin de profiter des avantages liés aux différentes pressions. Cela consiste par exemple à réaliser une partie des échantillonnages avec un effort stationnel important et l'autre partie avec un effort stationnel moindre, ces derniers participant à augmenter la pression d'échantillonnage sectorielle.

3.2.2.1 – Effort d'échantillonnage stationnel

Dans le cadre de l'inventaire des ZNIEFF Marines l'objectif n'est pas d'acquérir des données stationnelles fournissant une robustesse statistique importante permettant de détecter des variations des communautés benthiques, comme c'est le cas pour les suivis scientifiques. En revanche, il sera recherché un échantillonnage qui permette d'observer au maximum la diversité spécifique de la station.

Pour ce faire, l'unité minimale d'échantillonnage et le nombre de réplicats devront être estimés en construisant une courbe aire-espèces (Gounot, 1969) ou grâce aux estimateurs statistiques de la richesse spécifique (Chao, 1983, 1984, Burnham et Overton, 1978, 1979 ; Smith et van Belle, 1984 ; Heltshe et Forrester, 1983 ; Palmer, 1991 ; Ugland, 2003, 2004). La distribution des communautés étant fonction des conditions du milieu (Legendre et Legendre, 1984 *in* Foveau, 2009), et face à la multitude des cas possibles, il n'est pas envisageable de fournir ici de valeurs types. Quelques exemples d'aires minimales sont cependant fournis dans le tableau 11.

Tableau 11 : Exemple d'effort d'échantillonnage pour différents milieux.

Source	Secteur géographique	Milieux/Habitats	Méthode de prélèvement	Aire minimale	Surface échantillonnée	Nombre de réplicats
Migne, 1992 in Migne, 1997	Détroit du Pas de Calais	Cailloutis	Quadrats	0.8 m ²	0.1 m ²	8
Ellingsen, 2001	Plateau continentale de Norvège	Sables fins	Benne	0.5 m ²	0.1 m ²	5

Dans la plupart des cas, l'effort d'échantillonnage stationnel sera limité par les contraintes financières car le coût de traitement des échantillons est souvent très onéreux pour les échantillons de substrats meubles.

La prise en compte de la notion d'habitat peut s'avérer intéressante en ce sens qu'elle peut diminuer les coûts d'acquisitions. Il faudra se reporter aux travaux conduits dans le cadre du programme MESH (Coggan *et al.*, 2007 ; Projet MESH, 2008) pour plus de détails sur l'échantillonnage cartographique.

3.2.2.2 – Effort d'échantillonnage sectoriel

La complexité du milieu marin est importante, beaucoup d'espèces présentent des abondances faibles (Albano *et al.*, 2011) et des distributions spatiales restreintes (Ellingsen, 2001). Ceci ne permet pas de savoir, *a priori*, la densité de stations, dont il faudra disposer sur un secteur donné, tant les cas particuliers sont nombreux.

En tout état de cause, afin de qualifier les intérêts *faunistiques* et *floristiques*, il est important de distribuer les stations d'échantillonnage sur l'ensemble du secteur d'étude afin de détecter le maximum d'espèces et de préciser leur distribution. Les stations doivent être réparties dans un maximum des strates identifiées, ceci de manière aléatoire, proportionnelle à leur surface ou idéalement de manière optimale (à condition de connaître la diversité potentielle des milieux présents, Gray *et al.*, 1992).

Des sous-secteurs pré-identifiés comme montrant un ou des intérêts patrimoniaux potentiels plus importants peuvent faire l'objet d'un effort de prospection plus importante afin de disposer de connaissances plus fines pour les analyses visant à identifier et délimiter les zones à enjeux patrimoniaux.

Le nombre de stations devra être défini au cas par cas. La diversité maximale d'un secteur ou d'une strate devra être estimée à partir des données disponibles ou nouvellement acquises, en construisant des courbes aires-espèces (Gounot, 1969). Divers estimateurs peuvent apporter, selon les cas, des informations sur la diversité (Chao, 1983, 1984, Burnham et Overton, 1978, 1979 ; Smith et van Belle, 1984 ; Heltshe et Forrester, 1983 ; Palmer, 1991 ; Ugland, 2003, 2004).

La partie « 2.2.2.2 – Diagnostic de suffisance » fournit des exemples d'estimation de la diversité maximale de certains milieux et de l'effort d'échantillonnage nécessaire à prélever une portion de cette diversité maximale.

3.2.3 – Choix de la période d'échantillonnage

Deux périodes d'échantillonnage sont habituellement privilégiées pour les substrats meubles en métropole.

- L'hiver ou la fin de l'hiver (de février à avril) : à cette période le benthos présente des abondances minimales, ce qui permet de caractériser la « situation minimale » des milieux (Dauvin, 2013, Garcia *et al.*, 2014).
- La fin de l'été (septembre, octobre) : cette période permet d'estimer l'intensité du recrutement annuel et ainsi de caractériser la dynamique des communautés (Dauvin, 2013 ; Guillaumont *et al.*, 2001, Garcia *et al.*, 2014).

Un échantillonnage unique au cours de la période estivale risque d'entraîner une surestimation des abondances liée au recrutement en cours pour de nombreuses des espèces du benthos (Blanchet, 2004).

L'acquisition de connaissances pour l'inventaire des ZNIEFF Marines devrait être réalisée idéalement à plusieurs périodes de l'année sur le secteur d'étude afin de prendre en compte aussi bien les espèces pérennes que les espèces saisonnières.

À défaut de pouvoir réaliser plusieurs campagnes de prélèvements à différentes périodes, il est préférable de privilégier la fin de l'hiver, période à laquelle les communautés benthiques présentes sont celles qui sont bien établies. De cette manière, les données acquises seront représentatives de la diversité habituellement présente à l'année sur le secteur, ce qui garantira *in fine* une meilleure stabilité de l'inventaire dans le temps.

À défaut, les acquisitions peuvent être réalisées à la fin de l'été.

3.2.4 – Choix des méthodes de collecte

Les méthodes de collectes seront définies dans les protocoles d'échantillonnages en fonction des objectifs de l'étude et des caractéristiques du secteur. Le tableau 10 indique les méthodes les plus adaptées aux différents types de sédiments, de taille de la faune, de milieux de vie de la faune ainsi que la qualité des données produites.

L'idée principale à retenir lors du choix des méthodes de collecte est d'essayer de combiner plusieurs méthodes, complémentaires, afin d'acquérir des nouvelles connaissances sur la plus grande part possible de la diversité présente sur le secteur d'étude.

3.2.5 – Choix du traitement des données

3.2.5.1 – Taille du tamis

Les échantillons collectés à la drague, au carottier à main ou à la benne vont être tamisés afin de ne retenir qu'une fraction des organismes benthiques. La taille du vide de maille du tamis utilisé va dépendre des objectifs de l'étude, il devra être adapté à la méiofaune (0,1 à 1 mm), la macrofaune (>1 mm) et/ou la grosse macrofaune (>5 cm).

La taille des organismes benthiques retenus joue un rôle important dans le traitement des données collectées ; le temps de tri et d'identification est de plus en plus important à mesure que la taille des organismes diminue.

La majeure partie des protocoles utilisés pour l'étude du benthos meuble préconisent des tamis de 1 mm ou 2 mm de vide de maille (NF EN ISO 16665 ; Grall et Hily, 2004 ; Guillaumont et Gauthier, 2005 ; Gentil et Dauvin, 1988).

3.2.5.2 – Tri et identification

La fraction de sédiments et d'organismes benthiques retenue dans le tamis est conservée dans une solution adéquate (formol dilué de 4 à 10 % ou équivalent). Au laboratoire, les échantillons sont rincés à l'eau de mer, en respectant les conditions d'hygiène et de sécurité associées au maniement des produits dangereux, puis triés pour séparer les organismes benthiques, qui sont conservés dans l'alcool à 70° ou dans du formol neutralisé à 10 %. Les identifications sont réalisées à l'aide de loupes binoculaires et/ou de microscopes ainsi que de clés d'identifications à jour.

Une partie du tri et des identifications peut être réalisée sur le bateau. C'est souvent le cas pour les prélèvements réalisés à la drague (tamis 2 mm) ou au chalut. Dans ce cas, il est nécessaire que les opérateurs de terrain disposent des compétences nécessaires en taxonomie.

Selon les objectifs de l'étude, le tri et les identifications peuvent concerner l'intégralité des organismes prélevés ou une partie seulement. C'est à cette étape qu'il est possible, comme suggéré auparavant, de cibler des espèces, des groupes taxonomiques particuliers, etc.

Il est rappelé que l'inventaire des ZNIEFF Marines vise l'ensemble de la diversité biologique et qu'il est donc conseillé de traiter les échantillons collectés dans leur intégralité.

Dans tous les cas, il est important de veiller à ce que les identifications soient les plus précises et les plus fiables possibles. Il est conseillé de faire appel à un collègue d'experts pour réaliser les identifications ou tout au moins pour les valider. Ce point est essentiel pour assurer la fiabilité finale de l'inventaire des ZNIEFF Marines.

3.2.5.3 – Paramètres mesurés

Les paramètres mesurés sur les échantillons vont dépendre des objectifs fixés pour l'étude, et tout particulièrement des intérêts visés (Tableau 12) :

- **Présence/absence** : ce paramètre peut potentiellement être suffisant pour qualifier les intérêts *faunistiques* et *floristiques*, mais dans la plupart des cas les abondances seront plus pertinentes pour discriminer ce type d'intérêts sur le secteur d'étude. Il en va de même pour la délimitation des zones. Seul l'intérêt « Zones de forte biodiversité » peut être caractérisé avec une forte précision par des données en présence/absence. La qualification des « habitats » meubles nécessite le plus souvent des connaissances sur les abondances/dominances des espèces dans les peuplements.

- **Abondances estimées ou réelles** : les classes d'abondances ou les abondances réelles vont être les paramètres les plus indiqués pour identifier les intérêts *faunistiques* et *floristiques*, qualifier les « habitats », discriminer les « Zones de forte biodiversité » ainsi que pour « délimiter » les périmètres des zones proposées pour l'inscription à l'inventaire. L'unité d'abondance est généralement en nombre d'individus par unité de surface. Les abondances réelles fourniront des informations plus précises que les abondances estimées pour la qualification des intérêts « Fonction de forte productivité biologique », « Connectivité écologique » et « Fonction de passage vers le lieu de ponte (tortues marines) ». Mais les deux paramètres peuvent être utilisés.

- **Biomasses** : ce paramètre va, en général, ne pas être très pertinent pour les ZNIEFF Marines de substrats meubles, sauf pour l'intérêt « Fonction de forte productivité biologique » pour lequel il permet de préciser les informations fournies par les abondances.

Globalement, le choix des paramètres mesurés influence peu le coût total des études menées sur les substrats meubles. Pour chacune des méthodes proposées dans ce document, les protocoles de collecte des données seront identiques quels que soient les paramètres retenus. La différence « d'effort » (temps de traitement) se fera dans les dernières étapes du traitement des données. Et à ce niveau, une fois les identifications réalisées, il ne faut pas un effort très important pour disposer des abondances estimées ou des abondances réelles par rapport aux présences/absences. L'acquisition des biomasses, en revanche, va nécessiter un effort supplémentaire, relativement important par rapport aux abondances, mais qui globalement influence assez peu le coût total de l'étude.

Tableau 12 : Pertinence des paramètres mesurés pour l'identification intérêts ZNIEFF Marines. Qualification des données nécessaires : qualification suffisante (X), qualification insuffisante (-). Qualification des coûts : faibles (+), moyens (++) et importants (+++). Qualification du niveau de pertinence : le paramètre ne permet pas d'identifier l'intérêt (x), le paramètre permet d'identifier l'intérêt avec une précision faible (✓), moyenne (✓✓) ou forte (✓✓✓).

Paramètre	Qualification des données nécessaires			Coût	Intérêt Faunistique et Floristique	Intérêts Ecologiques							Délimitation des zones	
	Qualitatives	Semi-quantitatives	Quantitatives			Habitats	Zone de forte biodiversité	Fonction de forte productivité biologique	Zone particulière d'alimentation	Zone particulière liée à la reproduction	Fonction de réserve biogénétique	Connectivité écologique		Fonction de passage vers le lieu de ponte (Tortue marines)
Présence/Absence	X	x	x	+	✓✓	✓	✓✓✓	x	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	✓	✓	✓✓
Abondances estimées	-	X	x	++	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	✓✓	✓✓	✓✓✓
Abondances	-	-	X	++	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Biomasses	-	X	X	++++	x	x	x	✓✓✓	x (faune mobile)	x (faune mobile)	x	x	x	x

3.3 – Exemples de protocoles d'échantillonnage

La section précédente (3.2 – *Choix des protocoles pour les ZNIEFF Marines*) fournit des indications sur la manière de définir les protocoles pour les nouvelles acquisitions. La présente section illustre la précédente par des exemples de protocoles d'échantillonnages, qui aboutissent à des niveaux de connaissance variables pour les différents types de milieux marins.

Les exemples fournis n'ont pas vocation à devenir des protocoles standards pour les ZNIEFF Marines. Ils servent simplement à illustrer la logique d'élaboration des protocoles. Les protocoles d'échantillonnage devront être établis au cas par cas en fonction des objectifs visés, des milieux présents dans le secteur d'étude et des moyens financiers, matériels et humains disponibles.

3.3.1 – Milieux intertidaux et supralittoraux meubles

Les protocoles d'acquisitions proposés pour les milieux intertidaux et supralittoraux meubles sont tous basés sur la méthode du carottier à main. Le niveau de connaissances acquis va dépendre du nombre de réplicats réalisés dans chacune des stations et du traitement (fraction des tailles et paramètres) qui va être fait sur les échantillons.

3.3.1.1 – Niveau minimal de connaissances

Le protocole de niveau minimal de connaissances proposé (*Tableau 13*) va s'intéresser à la fraction supérieure à 2 mm de la faune endogée. Dans chaque station, 1 à 5 réplicats sont réalisés selon le type de milieux (5 réplicats dans les milieux pauvres où les espèces sont dispersées). Seules les abondances estimées sont relevées.

Ce protocole va apporter rapidement des informations sur la grosse macrofaune endogée présente dans les milieux intertidaux. Cette fraction est la plus utilisée pour la qualification des habitats. Cependant, dans le cas présenté, le fait de ne disposer que de la mention des espèces en abondances estimées peut éventuellement limiter la précision de la qualification des habitats.

Tableau 13 : Exemple 1 de protocole d'échantillonnage pour les milieux intertidaux meubles.

Objectifs	Diversité de la macrofaune endogée (>2mm) Qualification des habitats
Stratégie d'échantillonnage	Echantillonnage stratifié
Effort d'échantillonnage	Stationnel : 1 à 5 prélèvements par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
Période d'échantillonnage	Fin de l'été
Méthode(s) d'échantillonnage	Carottier à main
Traitement des échantillons	Tri : - Tamis de 2mm de vide de maille - Toutes les espèces Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances estimées

3.3.2.2 – Niveau intermédiaire de connaissances

Le protocole d'acquisition de niveau intermédiaire pour les milieux intertidaux et supralittoraux meubles (*Tableau 14*) met toujours en œuvre le carottier à main. Dans chaque station, de 5 à 10 réplicats sont réalisés. Les abondances de la macrofaune (>1mm) sont relevées.

Ce protocole d'acquisition repose toujours sur le carottier à main, mais cette fois la pression d'échantillonnage est augmentée afin de disposer d'informations plus conséquentes dans chaque station. De plus, l'emploi d'un tamis de 1 mm élargit également le traitement à l'ensemble de la macrofaune endogée. Enfin, le dénombrement des espèces présentes dans les échantillons va permettre de réaliser des qualifications d'habitats plus fines que dans l'exemple précédent.

Un protocole similaire est employé dans le cadre d'études scientifiques (Blanchet, 2004 ; Trigui, 2009) ainsi que pour des suivis des milieux meubles intertidaux, comme par exemple pour le Réseau benthique (REBENT) (Grall et Hily, 2004) et la Directive cadre sur l'eau (DCE) (Guillaumont et Gauthier, 2005). Lorsque de telles études ou stations de suivi sont présentes dans le secteur visé par les nouvelles acquisitions, il convient de mutualiser les efforts de prospection et de considérer ceux-ci dans le plan d'échantillonnage de la nouvelle étude.

Tableau 14 : Exemple 2 de protocole d'échantillonnage pour les milieux intertidaux et supralittoraux meubles.

Objectifs	- Diversité de la macrofaune endogée - Qualification des habitats
Stratégie d'échantillonnage	Echantillonnage stratifié
Effort d'échantillonnage	Stationnel : 5 à 10 prélèvements par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
Période d'échantillonnage	Fin de l'été
Méthode(s) d'échantillonnage	Carottier à main
Traitement des échantillons	Tri : - Tamis de 1mm de vide de maille - Toutes les espèces Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances

3.3.1.3 – Niveau supérieur de connaissances

L'exemple de protocole de niveau supérieur de connaissances proposé (*Tableau 15*) reprend l'exemple précédent auquel vient s'ajouter le traitement de la méiofaune (tamis de 0,1 mm).

Tableau 15 : Exemple 3 de protocole d'échantillonnage pour les milieux intertidaux et supralittoraux meubles.

Objectifs	- Diversité de la macrofaune et de la méiofaune endogée - Qualification des habitats
Stratégie d'échantillonnage	Echantillonnage stratifié
Effort d'échantillonnage	Stationnel : 3 à 10 prélèvements par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
Période d'échantillonnage	Fin de l'été
Méthode(s) d'échantillonnage	Carottier à main
Traitement des échantillons	Tri : - tamis de 0.1 mm de vide de maille - Toutes les espèces Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : Abondances

Ainsi, le dernier exemple de protocole élargit encore la fraction de la faune traitée en s'intéressant également à la méiofaune présente dans le sédiment. Ce type de protocoles n'est utilisé à l'heure actuelle que dans les études scientifiques comme celle de Blanchet (2004).

3.3.2 – Milieux subtidaux meubles

3.3.2.1 – Niveau minimal de connaissances

Le premier exemple de protocole pour les milieux subtidaux meubles (*tableau 16*) est basé sur la méthode des Dragues Rallier du Baty ou Charcot-Picard. Ces outils ont l'avantage d'être les plus généralistes sur les différents types de milieux de vie des espèces (macrofaune épigée et endogée) et ils peuvent être mis en œuvre dans tous les types de substrats meubles. Seule la fraction des espèces supérieures à 2 mm est retenue, ce qui diminue le nombre d'espèces à traiter et facilite les identifications du fait de la taille importante des individus.

Ainsi, ce protocole permet d'apporter, à coût réduit, des connaissances semi-quantitatives sur la distribution de la grosse macrofaune épigée et endogée. Cette fraction de la diversité est le plus souvent suffisante pour la qualification des habitats. Il est donc possible d'envisager la production d'une cartographie des habitats, qui est très utile par la suite pour la délimitation des périmètres des zones proposées à l'inscription à l'inventaire.

Un protocole similaire a été souvent utilisé dans les années 1960-70 par les scientifiques pour la prospection des milieux meubles dans le golfe de Gascogne et en Manche avec la drague Rallier du Baty (Glémarec, 1964, 1969 ; Cabioch et Gentil, 1975 ; Gentil, 1976 ; Guillou, 1980). Cela a également été le cas en Méditerranée (Picard, 1965 ; Bourcier, 1976, 1979 ; Salenpicard et *al.*, 1997), avec la drague Charcot-Picard. Dans tous les cas, les données de cette époque peuvent être utilisées pour l'identification des ZNIEFF Marines, mais leur ancienneté limite leur pertinence pour la qualification des enjeux patrimoniaux actuels et pour le maintien de l'actualité de l'inventaire. Il est rappelé que lors de l'inscription d'une zone à l'inventaire, au minimum 30% des éléments déterminants doivent respecter la borne de fraîcheur de l'information.

Tableau 16 : Exemple 1 de protocole d'échantillonnage pour les milieux subtidaux meubles.

Objectifs	- Diversité de la macrofaune (>2mm) épigée et endogée - Qualification des habitats
Stratégie d'échantillonnage	Echantillonnage stratifié
Effort d'échantillonnage	Stationnel : 1 prélèvement par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
Période d'échantillonnage	Fin de l'été
Méthode(s) d'échantillonnage	Drague Rallier du Baty ou Charcot-Picard
Traitement des échantillons	Tri : - Tamis de 2mm de vide de maille - Toutes les espèces Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : abondances estimées

3.3.2.2 – Niveau intermédiaire de connaissances

Le second exemple (*Tableau 17*) de protocole de niveau intermédiaire de connaissances reprend celui du niveau minimal auquel vient s'ajouter des prélèvements au chalut à perche dans chaque station. De cette manière, le protocole cible les espèces supérieures à 2 mm de l'ensemble de la macrofaune épigée et démersale et d'une partie de la macrofaune endogée.

Le chalut à perche est employé dans des campagnes scientifiques (Desaunay et *al.*, 2006 ; Dauvin et *al.*, 2010 ; Le Loc'h, 2004). Il est également utilisé pour le programme de surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) pour les masses d'eau de transition (Lepage et *al.*, 2008), mais dans ce cas, seule l'ichtyofaune et une partie de la macrofaune (Crustacés décapodes) sont traitées dans les échantillons.

Il y a ainsi, pour les estuaires, une opportunité de mutualisation des campagnes de prélèvements réalisées pour l'identification des ZNIEFF (Marines et/ou Continentales) avec celles réalisées périodiquement pour la DCE. Il suffit pour cela de traiter la fraction non retenue, dans tout où partie des prélèvements DCE, d'identifier les espèces présentes et d'estimer leurs abondances.

Ce second exemple de protocole intègre des acquisitions au chalut à perche car la taille importante des organismes prélevés avec cet engin rend souvent les identifications assez simples, ce qui peut compenser le grand nombre d'individus échantillonnés dans certains cas et diminuer globalement le temps de traitement en laboratoire par rapport aux prélèvements à la benne. Cependant, s'il est plutôt envisagé d'augmenter les connaissances sur la fraction endogée de la macrofaune, il est tout à fait possible de remplacer le chalut à perche par la benne dans un protocole de niveau intermédiaire.

Tableau 17 : Exemple 2 de protocole d'échantillonnage pour les milieux subtidaux meubles.

Objectifs	- Diversité de la macrofaune (>2mm) épigée et endogée et de la grosse macrofaune démersale - Qualification des habitats
Stratégie d'échantillonnage	Echantillonnage stratifié
Effort d'échantillonnage	Stationnel : 1 prélèvement de chaque engin par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
Période d'échantillonnage	Fin de l'été
Méthode(s) d'échantillonnage	- Drague Rallier du Baty ou Charcot-Picard - Chalut à perche
Traitement des échantillons	Tri : - Tamis de 2mm de vide de maille - Toutes les espèces Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : abondances estimées

3.3.2.3 – Niveau supérieur de connaissances

L'exemple proposé de protocole de niveau supérieur (*Tableau 18*) intègre trois méthodes de collecte : la drague Rallier du Baty ou Charcot-Picard, le chalut à perche et la benne. De cette manière, l'ensemble des milieux de vie des espèces de la macrofaune des fonds meubles est échantillonné et une grande partie des classes de taille est prospectée.

La méthode benne est celle qui est la plus employée depuis les années 1980 dans les études scientifiques sur la macrofaune benthique des substrats meubles (Boucher et *al.*, 1983 ; Bourcier,

1976, 1979 ; Labrune et *al.*, 2007 ; Foveau, 2009 ; Trigui, 2009) et les programmes de surveillance du milieu marin (Grall et Hily, 2003 ; Guillaumont et Gauthier, 2005 ; Dauvin et *al.*, 2010).

Dans ce troisième exemple, il est encore conseillé de veiller à mutualiser les prospections pour les ZNIEFF Marines avec les échantillonnages des programmes scientifiques et des suivis existants.

Les données issues des programmes de suivis pourront bien évidemment participer à l'identification des ZNIEFF Marines. Ceux-ci ont l'avantage d'être d'une bonne précision au niveau stationnel, ils fournissent une grande quantité de données. Cependant, au niveau sectoriel, la densité souvent faible de stations de suivi sur le littoral national va limiter leur utilité pour la connaissance de la distribution spatiale des enjeux patrimoniaux sur le secteur d'étude et ultérieurement la délimitation des zones. En revanche, les suivis auront l'avantage de fournir régulièrement des données et pourront participer au maintien de l'actualisation des périmètres dans lesquels ils seront contenus.

Le protocole « idéal » proposé dans l'exemple 3 sera souvent difficile à soutenir financièrement. Une manière de diminuer les coûts d'acquisition tout en conservant « l'esprit » du protocole de niveau supérieur consiste à raisonner à l'échelle des peuplements plutôt qu'à l'échelle de la station. Ainsi, plutôt que de coupler les trois méthodes de collecte dans chacune des stations d'échantillonnage, il est possible de distribuer au sein de chaque strate de peuplement une ou plusieurs station(s) dragues, une ou plusieurs station(s) chalut à perche et une ou plusieurs station(s) bennes.

Tableau 18 : Exemple 3 de protocole d'échantillonnage pour les milieux subtidaux meubles.

Objectifs	- Diversité de la macrofaune (>1mm) endogée et épigée et de la grosse macrofaune démersale - Qualification des habitats
Stratégie d'échantillonnage	Echantillonnage stratifié
Effort d'échantillonnage	Stationnel : 1 prélèvement Drague + 1 prélèvement Chalut + 1 à 10 prélèvements Bennes par station Sectoriel : fonction du nombre de strates identifiées
Période d'échantillonnage	Fin de l'été
Méthode(s) d'échantillonnage	- Drague Rallier du Baty ou Charcot-Picard - Chalut à perche - Benne (type de benne à adapter à la taille des sédiments)
Traitement des échantillons	Tri : - Tamis de 2mm de vide de maille pour les dragues, 1mm de vide de maille pour les bennes - Toutes les espèces Identification : jusqu'au niveau spécifique Paramètres : - abondances (réelles pour les bennes, estimées pour les dragues et les chaluts) - biomasses

Bibliographie

Albano P. G., Sabelli B., Bouchet P., 2011. The challenge of small and rare species in marine biodiversity surveys: microgastropod diversity in a complex tropical coastal environment: *Biodiversity and Conservation*, v. 20, no. 13 : 3223–3237.

Baker, J. M., W. J. Wolff, 1987, *Biological surveys of estuaries and coasts*: CUP Archive.

Bianchi, C. N., R. Pronzato, R. Cattaneo-Vietti, L. Benedetti-Cecchi, C. Morri, M. Pansini, R. Chemello, M. Milazzo, S. Fraschetti, and A. Terlizzi, 2004, Hard bottoms: *Biol Mar Mediterr*, 11(1), p. 185–215.

Blanchet H., 2004. *Structure et fonctionnement des peuplements benthiques du Bassin d’Arcachon*. Napier University.

Boucher G., Cabioch L., Chamroux S., Dauvin J. C., 1983. Etude du macrobenthos, de la méiofaune et des Bactéries en Baie de Morlaix. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00132/24304/>

Bourcier M., 1976. Économie benthique d'une baie méditerranéenne largement ouverte et des régions voisines en fonction des influences naturelles et humaines. Thèse Doctorat es Sciences Naturelles, Univ. Aix-Marseille 2.- 50 p. + 161 p.

Bourcier M., 1979. Contribution à la connaissance des sédiments marins entre le cap Croisette et le cap d'Alon (Est de Marseille) et de leur évolution de 1966 à 1972. *Téthys* 9 (1) : 31-40.

Burnham K.P., Overton W.S., 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika* **65** : 623-633.

Burnham K.P., Overton W.S., 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* **60** : 927-936.

Cabioch L., Gentil F., 1975. Distribution des peuplements benthiques dans la partie orientale de la baie de Seine. *Compte Rendu de l’Académie des Sciences de Paris, série D* 280 : 571-574.

Chao A., 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scand. J. Statist.* 11 : 265–270.

Chao A., 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* **43** : 783-791.

Chao A., Colwell R. K., Lin C. W., Gotelli N. J., 2009. Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators: *Ecology*, v. 90, no. 4 : 1125–1133. doi:10.1890/07-2147.1.

Châtaigner, J., 2013. Standard de données SINP. Occurrence de taxon V1. Nature France on line, <http://www.naturefrance.fr/sites/default/files/fichiers/ressources/pdf/standardsinoccurrencetaxonv1.pdf>

Coggan R., Populus J., White J., Sheehan K., Fitzpatrick F., Piel S., 2007. Review of Standards and Protocols for Seabed Habitat Mapping. MESH project document.

Colwell R.K., 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. <purl.oclc.org/estimates>

Dauvin J.C., 1997. Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord: synthèse, menaces et perspectives. Collection Patrimoines naturels: Série Patrimoine écologique, 28. Muséum national d'Histoire naturelle: Paris. 359 p.

Dauvin J.C., Alizier S., Aulert C., Bessineton C., Cuvilliez A., Denis L., Garcia C., Janson A. L., Jourde J., Lesourd S., Lozach S., Morin J., Ruellet T., Spilmont N., 2010. Le Benthos de l'estuaire de la Seine: GIP Seine-Aval.

Dauvin J. C., 2013. Guide pour l'étude du macrobenthos de l'estuaire de la Seine.

Davies, J., Baxter J., Bradley M., Connor D., Khan J., Murray E., Sanderson W., Turnbull C., Vincent M., 2001. Marine monitoring handbook, 405 p., ISBN 1 85716 550 0.

Desaunay Y., Laffargue P. I., Lobry J., 2006. Caractérisation halieutique et benthique de l'estuaire et de la baie de la Vilaine.

Doré A., 2012. Cartographie et évaluation de l'état de conservation des habitats benthiques du site Natura 2000 des Roches de Penmarc'h - Volet biologique. Rapport SPN 2012/ 35, MNHN, Paris, 102 p.

Ellingsen K. E., 2001. Biodiversity of a continental shelf soft-sediment macrobenthos community: Marine Ecology Progress Series, v. 218 : 1–15.

European Topic Centre on Biological Diversity, 2008. European Nature Information System (EUNIS) Database. Habitat types and Habitat classifications. ETC/BD-EEA, Paris.

Foggo A., Attrill M. J., Frost M. T., Rowden A. A., 2003. Estimating marine species richness: an evaluation of six extrapolative techniques. Marine Ecology Progress Series, 248 : 15-26.

Foveau A., 2009. Habitats et communautés benthiques du bassin oriental de la Manche: état des lieux au début du XXI^e siècle. Thèse de doctorat. Université Lille 1.

Galparsoro, I., Connor, D. W., Borja, Á., Aish, A., Amorim, P., Bajjouk, T., Chambers C., Coggan R., Dirberg G., Ellwood H., Vasquez, M. (2012). Using EUNIS habitat classification for benthic mapping in European seas: Present concerns and future needs. *Marine pollution bulletin*, 64(12), 2630-2638.

Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L., 2014. Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE. Façades Manche et Atlantique – Rapport AQUAREF – 13 p. + Annexes

Gentil F., 1976. Distribution des peuplements benthiques en baie de Seine. Thèse de 3^{ème} cycle en océanographie biologique, Université Paris 6.

Gentil F., Dauvin J. C., 1988. Peut-on estimer le nombre total d'espèces d'un peuplement macrobenthique? Application aux peuplements de substrat meuble de la Manche: Vie et milieu, v. 38, no. 3-4 : 207–212.

Gladstone W., 2002. The potential value of indicator groups in the selection of marine reserves: Biological Conservation, v. 104, no. 2 : 211–220.

- Glémarec M., 1964, Bionomie benthique de la partie orientale du Golfe du Morbihan: Cahiers de biologie marine, 5(1).
- Glemarec M., 1969. Les Peuplements Benthiques Du Plateau Continental Nord-Gascogne. Atelier offset de la Faculté des Sciences. Thèse Sc. Paris, Brest, Fac. Sc. 167 p. multig.
- Gounot M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris.
- Gotelli N. J., Colwell R. K., 2011. Estimating species richness. *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*, 12 : 39-54.
- Grall J., Hily C., 2003. Echantillonnage quantitatif biocénoses subtidales des fonds meubles. Fiche REBENT FT01-2003-01.
- Grall J., Hily C., 2004. Suivi stationnel des biocénoses des sables fins et hétérogènes envasés intertidaux. Fiche REBENT FT01-2004-01.
- Guillaumont B., Hamon D., Hily C., 2001. Réseau benthique (REBENT): développement d'un pilote breton. Élaboration de l'avant-projet sommaire (APS). Rapport technique IFREMER RST.DEL, Brest, 112 p. et annexes.
- Guillaumont B., Gauthier E., 2005. Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Rapport IFREMER.
- Guillou J., 1980. Les Peuplements De Sables Fins Du Littoral Nord-Gascogne. Thèse de doctorat.
- Gray J. S., McIntyre A. D., Stirn J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique: Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. Onzième partie (vol. 324.) : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- Heltshe J. Forrester N. E., 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics* **39** : 1-11.
- Hortal J., Borges P. A., Gaspar C., 2006. Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. *Journal of Animal Ecology*, 75(1) : 274-287.
- Labrune C., Grémare A., Amouroux J. M., Sarda R., Gil J., Taboada S., 2007. Assessment of soft-bottom polychaete assemblages in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) based on a mesoscale survey. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. January 2007. Vol. 71, n°1-2 : 133-147.
- Lepage M., Girardin M., Bouju V., 2008. Inventaire poisson dans les eaux de transition, procédure : protocole d'échantillonnage pour les districts de la façade Atlantique et Manche. CEMAGREF BORDEAUX EPBX
- Legendre L., Legendre P., 1984. Écologie numérique. Masson, Paris. 335 p.
- Le Loc'h F., 2004. Structure, fonctionnement, évolution des communautés benthiques des fonds meubles exploités du plateau continental Nord Gascogne. Thèse de doctorat. Université de Bretagne occidentale-Brest.

Michez N., Aish A., Hily C., Sauriau P.-G., Derrien-Courtel S., de Casamajor M.-N., Foveau A., Ruellet T., Lozach S., Soulier L., Popovsky J., Blanchet H., Cajeri P., Bajjouk T., Guillaumont B., Grall J., Gentil F., Houbin C., Thiébaud E., 2013. Typologie des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique : Version 1. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 32 p.

Michez N., Fourt M., Aish A., Bellan G., Bellan-Santini D., Chevaldonné P., Fabri M.-C., Goujard A., Harmelin J.-G., Labrune C., Pergent G., Sartoretto S., Vacelet J., Verlaque M., 2014. Typologie des biocénoses benthiques de Méditerranée Version 2. Rapport SPN 2014 - 33, MNHN, Paris, 26 p.

Migne A., Davoult D., 1997. Distribution quantitative de la macrofaune benthique du peuplement des cailloutis dans le détroit du Pas de Calais (Manche orientale, France): *Oceanologica Acta*, 20(2) : 453–460.

NF EN ISO 16665 Janvier 2006. Qualité de l'eau - Lignes directrices pour le prélèvement quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles.

Olsgard F., Brattegard T., Holthe T., 2003. Polychaetes as surrogates for marine biodiversity: lower taxonomic resolution and indicator groups: *Biodiversity & Conservation*, 12(5) : 1033–1049. doi:10.1023/A:1022800405253.

Palmer M.W., 1991. Estimating species richness: The second-order jackknife reconsidered. *Ecology* 72 : 1512-1513.

Picard J., 1965. Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, 36 (52) : 3.

Projet MESH, 2008. Guide de cartographie des habitats marins. RST - DYNECO/AG/07-20/JP – Ifremer, Centre de Brest, 342 p.

Salen Picard, C., Bellan, G., Bellan Santini, D., Arlhac, D., & Marquet, R., 1997. Changements à long terme dans une communauté benthique d'un golfe méditerranéen (golfe de Fos). *Oceanologica Acta*, 20(1) : 299-310.

Simian G., Horellou A., Vaudin A. C., Siblet J. P., Trouvilliez J., Doré A., Noel P., 2009. Guide méthodologique pour l'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique en milieu marin. Service du patrimoine naturel, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 108 p.

Smith E.P., van Belle G. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics* 40 : 119-129.

SPN/MNHN 2011. Liste des habitats marins des Antilles. SPN/MNHN/INPN

SPN/MNHN 2011. Liste des habitats marins de Guyane. SPN/MNHN/INPN

SPN/MNHN 2011. Liste des habitats marins de la Réunion. SPN/MNHN/INPN

Trigui R. J., 2009. Influence des facteurs environnementaux et anthropiques sur la structure et le fonctionnement des peuplements benthiques du Golfe Normano-Breton. Thèse de doctorat. Muséum national d'histoire naturelle-MNHN PARIS.

Ugland K. I., Gray J. S., Ellingsen K. E., 2003. The species–accumulation curve and estimation of species richness: *Journal of Animal Ecology*, 72(5) : 888–897.

Ugland K. I., Gray J. S., 2004. Estimation of species richness: analysis of the methods developed by Chao and Karakassis: *Marine Ecology Progress Series*, 284 : 1–8.

Vanderklift M.A., Ward T.J., Phillips J.C., 1998. Use of Assemblages Derived from Different Taxonomic Levels to Select Areas for Conserving Marine Biodiversity. *Biological Conservation* 86 (3) (December) : 307–315.

Ward T. J., Vanderklift M. A., Nicholls A. O., Kenchington R. A. 1999. Selecting marine reserves using habitats and species assemblages as surrogates for biological diversity. *Ecological applications*, 9(2) : 691-698.

Annexe I : Estimation de la richesse spécifique

La richesse spécifique de différents types de milieux ou d'habitats est estimée à l'aide de divers estimateurs à partir de jeux de données acquises dans le cadre du projet CARTHAM.

Jeux de données :

- Cartographie du site N2000 des Roches de Penmarc'h (Doré, 2012)
- CARTHAM : lots pour lesquels des données d'abondances sont disponibles (Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord, Lot2 Baie de Seine, Lot 4 Bretagne nord, Lot 5 Bretagne sud et pays de la Loire, Lot 9 Côte Vermeille et Lot 11 Camargue)

Estimateurs utilisés :

- **Chao 1** (Chao, 1984)
- **Chao 2** (Chao, 1984 ; Chao, 1987)
- **Jackknife1** (Burnham et Overton, 1978, 1979 ; Smith et van Belle, 1984 ; Heltshe et Forrester, 1983)
- **Jackknife2** (Burnham et Overton, 1978, 1979 ; Smith et van Belle, 1984; Palmer, 1991)
- **Bootstrap** (Smith et van Belle, 1984)

Logiciels : **Estimates S** (Colwell, 2013)

Feuille de calcul **Supp2ExcelCalculator.xls** (Chao *et al.*, 2009)

Mise en forme des données :

Les données stationnelles du programme CARTHAM ont été rattachées aux données habitats par croisement des couches SIG correspondantes.

Les données inutilisables ont été écartées.

Seuls les polygones qui contiennent au moins une station ont été retenus dans le calcul des surfaces d'habitats échantillonnés.

Estimation de la richesse spécifique minimale et du nombre d'échantillons pour collecter une fraction de la diversité minimale :

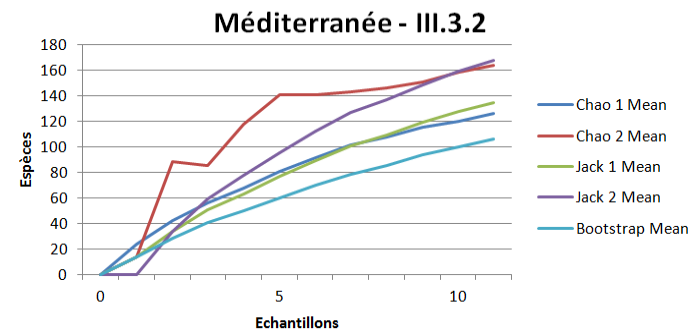
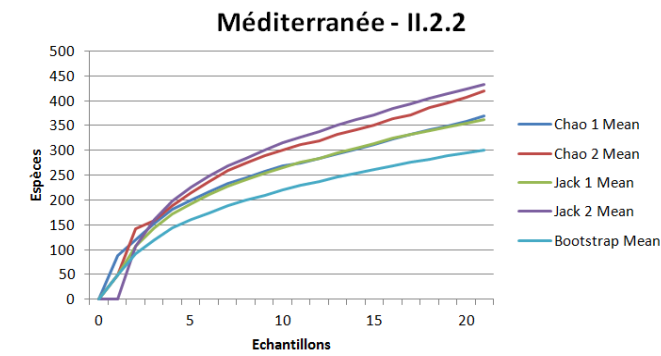
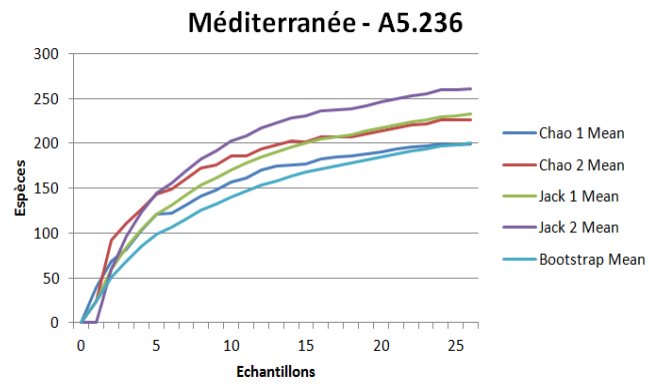
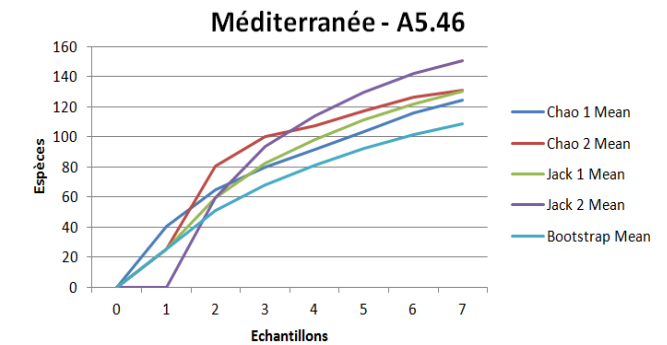
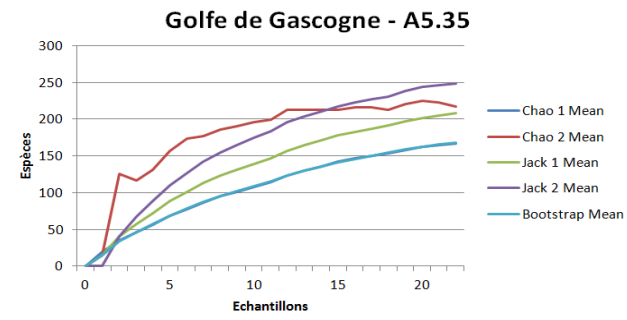
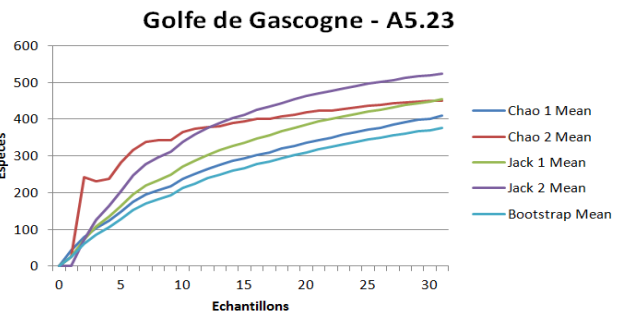
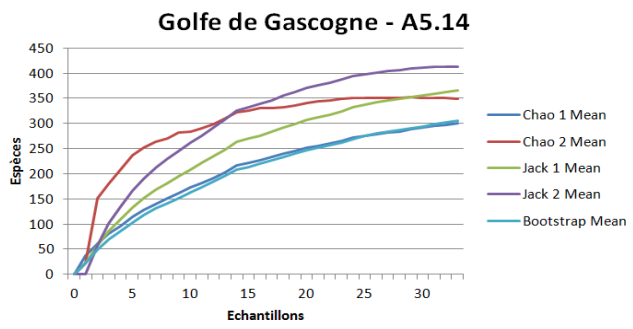
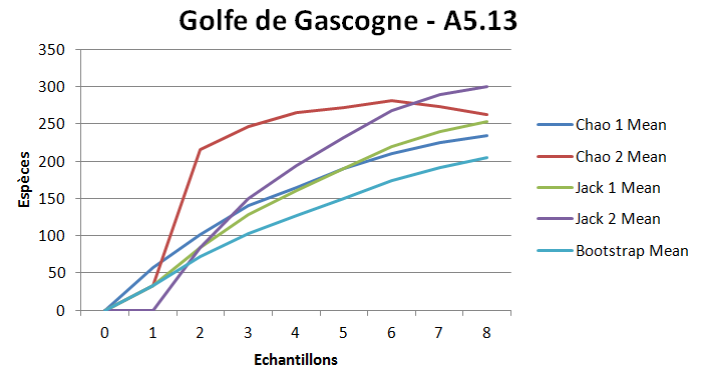
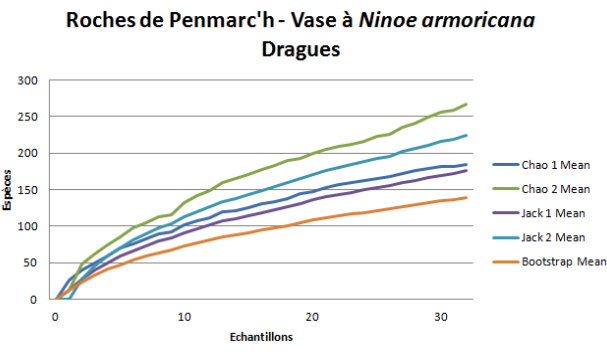
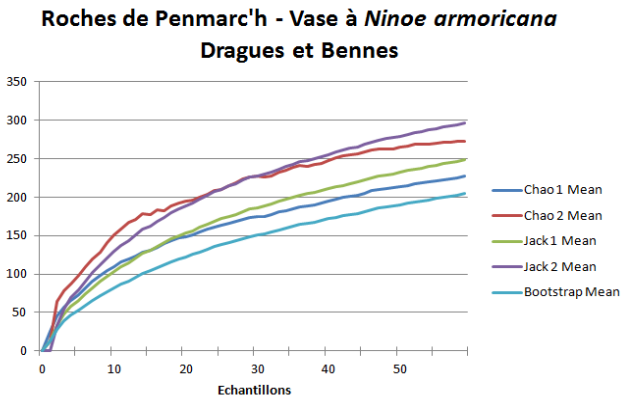
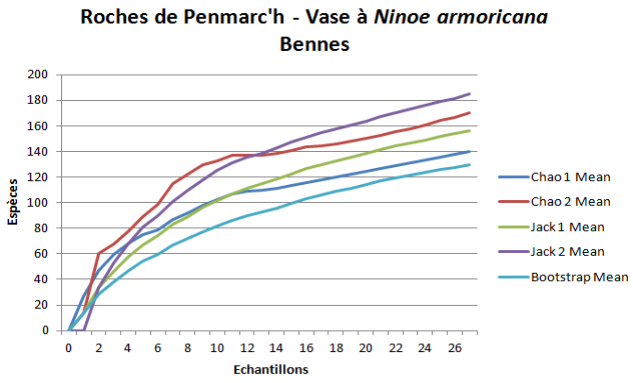
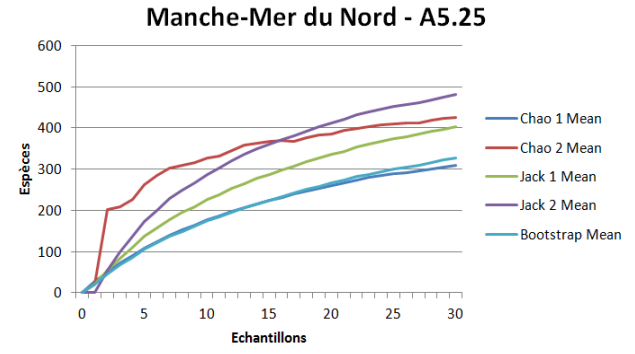
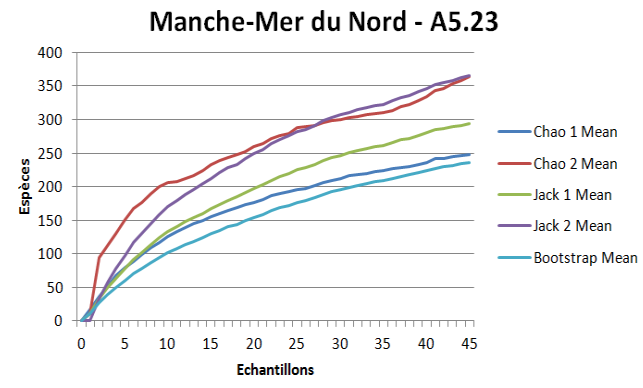
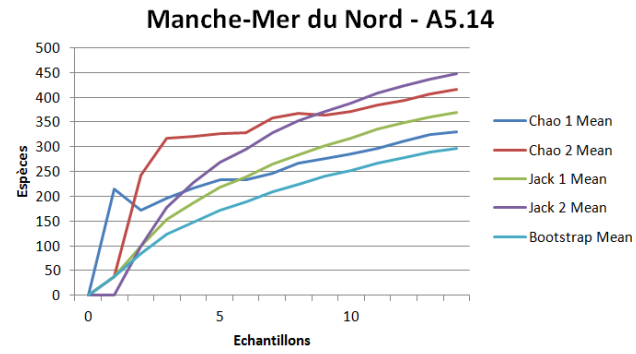
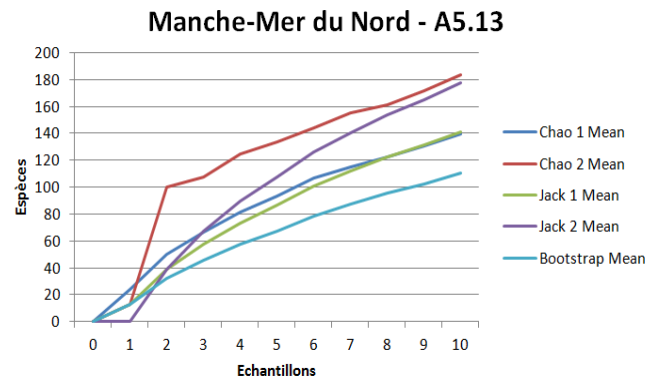
La richesse spécifique minimale est calculée à l'aide du logiciel **Estimate S** (Colwell, 2013), pour chacun des jeux de données, pour différents milieux/habitats et pour différentes méthodes de collecte (Tableau 19).

Le nombre d'échantillons nécessaires pour échantillonner une fraction de la diversité minimale est calculé à l'aide de la feuille calcul **Supp2ExcelCalculator.xls** (Chao *et al.*, 2009).

Pour chacun des triplets jeu de données-habitat-méthode est fournie une représentation graphique de l'évolution de la richesse spécifique calculée par **Estimate S** (Colwell, 2013) pour chacun des estimateurs en fonction du nombre d'échantillons.

Tableau 19 : Richesse spécifique maximale estimée de plusieurs habitats de Métropole grâce à différents estimateurs et évaluation du nombre d'échantillons nécessaire pour échantillonner différentes fractions de la diversité maximale de ces habitats. Les résultats d'une étude européenne (Ellingsen, 2001) en Norvège sont fournis à titre d'exemple supplémentaire.

Source/Jeu de données	Milieu/Habitat	Secteur géographique	Surface de l'habitat (km ²)	Méthode de collecte	Tamis	Nombre échantillons collectés	Effort échantillonnage (échant./100km ² d'habitat cartographié)	Taille des échantillons	Richesse spécifique mesurée (S)	% de la richesse spécifique minimale (Chao2)	Richesse spécifique minimale estimée					Nombre d'échantillons nécessaires pour échantillonner une fraction de la diversité minimale				
											Chao1	Chao2	Jackknife1	Jackknife2	Bootstrap	50%	60%	70%	80%	90%
Ellingsen, 2001	Sables fins	Norvège - Plateau continental	22 100	Benne Van-Veen	1 mm	80 réplicats (16 stations)	0,3	0,1 m ²	175	74%	-	236 (±24)	-	-	-	-	-	-	-	-
CARTHAM Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord Lot 2 Baie de Seine	A5.13 Infralittoral coarse sediment	Manche-Mer du Nord	72	Benne Day-grab	1 mm	11 stations	15	0,3 m ²	93	48%	147 (±23)	194 (±36)	149 (±17)	188	117	13	17	23	31	45
CARTHAM Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord Lot 2 Baie de Seine Lot 4 Bretagne nord	A5.14 Circalittoral coarse sediment	Manche-Mer du Nord	606	Drague Rallier du Bathy, Benne Day-grab Benne Smith	1 mm 5 mm	14 stations	2	0,3 m ² , 30 L	245	59%	330 (±31)	415 (±40)	369 (±41)	448	297	11	15	20	28	41
CARTHAM Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord Lot 2 Baie de Seine Lot 4 Bretagne nord	A5.23 Infralittoral fine sand	Manche-Mer du Nord	1714	Drague Rallier du Bathy, Benne Day-grab, Benne Smith	1 mm 5 mm	45 stations	3	0,3 m ² , 30 L	193	53%	247 (±21)	364 (±47)	293 (±31)	365	236	42	60	82	114	169
CARTHAM Lot 1 Trois estuaires et Mer du Nord Lot 2 Baie de Seine Lot 4 Bretagne nord	A5.25 Circalittoral fine sand	Manche-Mer du Nord	693	Drague Rallier du Bathy, Benne Day-grab, Benne Smith	1 mm 5 mm	30 stations	4	0,3 m ² , 30 L	270	64%	309 (±16)	424 (±35)	403 (±30)	481	327	20	28	38	52	76
N2000 Roches de Penmarc'h	Vase à Ninœ armoricana	Golfe de Gascogne	195	Benne Smith	1 mm	27 réplicats (9 stations)	14	0,1 m ²	109	64%	139 (±13)	169 (±23)	156,19 (±9,31)	185	130	16	23	33	47	70
N2000 Roches de Penmarc'h	Vase à Ninœ armoricana	Golfe de Gascogne	195	Drague Rallier du Bathy	2 mm	32 stations	16	60 L	114	43%	184 (±28)	266 (±58)	176 (±14)	224	139	42	60	82	113	166
N2000 Roches de Penmarc'h	Vase à Ninœ armoricana	Golfe de Gascogne	195	Benne Smith, Drague Rallier du Bathy	1 mm 2 mm	59 stations	30	0,1 m ² , 60 L	171	63%	226 (±19)	273 (±31)	248 (±15)	297	204	37	54	76	97	160
CARTHAM Lot 5 Bretagne sud	A5.13 Infralittoral coarse sediment	Golfe de Gascogne	21	Drague Rallier du Bathy, Benne Smith	1 mm 5 mm	8 stations	38	0,3 m ² , 30 L	165	63%	235 (±23)	263 (±26)	253 (±35)	301	204	6	8	10	14	19
CARTHAM Lot 5 Bretagne sud	A5.14 Circalittoral coarse sediment	Golfe de Gascogne	119	Drague Rallier du Bathy, Benne Smith	1 mm 5 mm	33 stations	28	0,3 m ² , 30 L	254	73%	299 (±15)	348 (±23)	365 (±32)	413	305	16	23	31	42	62
CARTHAM Lot 5 Bretagne sud	A5.23 Infralittoral fine sand	Golfe de Gascogne	83	Drague Rallier du Bathy, Benne Smith	1 mm 5 mm	35 stations	42	0,3 m ² , 30 L	313	70%	409 (±28)	449 (±30)	453 (±39)	523	376	20	27	35	48	69
CARTHAM Lot 5 Bretagne sud	A5.35 Circalittoral sandy mud	Golfe de Gascogne	95	Drague Rallier du Bathy, Benne Smith	1 mm 5 mm	22 stations	23	0,3 m ² , 30 L	137	63%	166 (±13)	217 (±25)	207 (±32)	248	168	15	21	28	39	56
CARTHAM Lot 11 Camargue	A5.46 Mediterranean animal communities of coastal detritic bottoms	Méditerranée	21	Benne Day-grab	1 mm	7 stations	33	0,3 m ²	111	85%	124 (±15)	131 (±15)	130 (±6)	151	109	4	6	8	10	15
CARTHAM Lot 11 Camargue	A5.236 Mediterranean communities of well sorted fine sands	Méditerranée	233	Benne Day-grab	1 mm	26 stations	11	0,3 m ²	173	76%	199 (±11)	226 (±17)	232 (±10)	261	201	7	12	19	29	45
CARTHAM Lot 9 Côte Vermeille	III.2.2. Biocénose des sables fins bien calibrés (SFBC)	Méditerranée	143	Benne Van Veen	1 mm	21 stations	15	0,3 m ²	255	61%	370 (±33)	419 (±43)	361 (±19)	433	301	14	21	30	44	66
CARTHAM Lot 9 Côte Vermeille	III.3.2. Biocénose des sables et graviers sous influence des courants de fond (SGCF)	Méditerranée	2	Benne Van Veen	1 mm	11 stations	550	0,3 m ²	85	52%	126 (±18)	164 (±29)	135 (±19)	168	106	11	15	20	27	40





L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) est un outil de connaissance et d'expertise qui a pour objectif le recensement des espaces les plus représentatifs du patrimoine naturel (marin et continental) sur le territoire national (métropole et outre-mer).

Sa mise en œuvre en milieux marins nécessite la mobilisation des connaissances au sein d'une analyse experte afin d'identifier et de spatialiser les intérêts patrimoniaux présents.

Le guide méthodologique national pour le volet marin, (Simian *et al.*, 2009) pose le cadre général de l'inventaire des ZNIEFF Marines. Il définit les concepts clés, explicite le rôle des différents acteurs du programme et liste les données nécessaires à l'inscription d'une zone à l'inventaire.

Le dossier scientifique et technique « ZNIEFF MARINES - Pratiques et mise en œuvre sur les substrats meubles » vient compléter le guide méthodologique national comme outil pratique d'aide à la mise en œuvre de l'inventaire en milieu marin. Il répond à deux objectifs :

- **Apporter des informations sur la mise en œuvre de l'inventaire :** organisation à adopter pour répondre aux objectifs du programme, type de données nécessaires aux analyses, ou encore niveau de connaissance nécessaire à l'identification des enjeux patrimoniaux.
- **Décrire les méthodes et protocoles de collecte utilisables par le programme** pour l'acquisition de nouvelles connaissances sur les substrats marins meubles lorsque les données disponibles sont trop fragmentaires pour identifier les intérêts présents sur les secteurs étudiés.